

Die Rolle der MRT-Pelvimetrie beim präpartalen Management von Erstgebärenden mit geplanter vaginaler Entbindung aus Beckenendlage

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Dr. med.
an der Medizinischen Fakultät
der Universität Leipzig

eingereicht von: Katrin Thomaßen

19.08.1982 / Leipzig

angefertigt an / in:

Universität Leipzig / Universitätsklinikum Leipzig / Abteilung für Geburtsmedizin

Betreuer: Prof. Dr. med. Holger Stepan, Dr. med. habil. Janine Hoffmann

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 22.06.2021

Für Jonas Anton Thomaßen

24.03.2010

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis..... | II |
| Abkürzungsverzeichnis | VI |
| 1 Einführung..... | 7 |
| 1.1 Definition und Inzidenz..... | 8 |
| 1.2 Äußere Wendung | 9 |
| 1.3 Geburtsmodi bei BEL | 10 |
| 1.3.1 Vaginale Entbindung | 10 |
| 1.3.2 Primäre (elektive) Sectio | 11 |
| 1.3.3 Sekundäre Sectio..... | 11 |
| 1.4 Geburtsplanung bei BEL | 11 |
| 1.5 Rolle der Pelvimetrie | 12 |
| 1.5.1 Konventionelle (Röntgen-) Pelvimetrie..... | 12 |
| 1.5.2 MRT-Pelvimetrie | 12 |
| 2 Aufgabenstellung | 14 |
| 3 Material und Methoden..... | 15 |
| 3.1 Patientinnenkollektiv | 15 |
| 3.2 Sonografie..... | 15 |
| 3.2.1 Kopfumfang..... | 16 |
| 3.2.2 Abdomenumfang..... | 17 |
| 3.2.3 Femurlänge..... | 18 |
| 3.2.4 Fetales Schätzwicht | 19 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.3 | Magnetresonanztomografie (MRT) | 20 |
| 3.3.1 | T1- und T2-Wichtung | 21 |
| 3.3.2 | Spin-Echo (SE) und Turbo-Spin-Echo (TSE) Sequenz | 22 |
| 3.3.3 | Pelvimetrische Parameter | 23 |
| 3.3.4 | Abstände im Sagittalschnitt | 24 |
| 3.3.5 | Winkel im Sagittalschnitt | 25 |
| 3.3.6 | Abstände im Transversalschnitt | 27 |
| 3.4 | Outcome | 28 |
| 3.4.1 | Maternales Outcome | 28 |
| 3.4.2 | Neonatales Outcome | 29 |
| 3.5 | Statistik | 30 |
| 4 | Ergebnisse | 31 |
| 4.1 | Anamnestiche Daten | 31 |
| 4.2 | Bildgebung für die pränatale Selektion | 32 |
| 4.2.1 | Sonografie bei der Geburtsplanung (1. Sonografie) | 33 |
| 4.2.2 | Sonografie vor der Entbindung (2. Sonografie) | 34 |
| 4.3 | Vergleich der Methoden zur Schätzung des Kindsgewichtes | 34 |
| 4.4 | MRT-Parameter | 36 |
| 4.4.1 | MRT-Abstände | 38 |
| 4.4.2 | MRT-Winkel | 39 |
| 4.4.3 | Korrelationen der MRT-Parameter | 40 |
| 4.4.4 | Logistische Regressionsanalyse | 41 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.4.5 | Interspinaler Abstand (engl. interspineous diameter, ISD) | 42 |
| 4.5 | Outcome der Geburt | 44 |
| 4.6 | Neonatales Outcome | 46 |
| 4.6.1 | Vaginale Geburt und Sekundäre Sectio | 46 |
| 4.6.2 | Gutes und schlechtes neonatales Outcome | 47 |
| 4.6.3 | Einfluss der maternalen Parameter..... | 48 |
| 4.6.4 | Neonatale Parameter..... | 49 |
| 5 | Diskussion..... | 50 |
| 5.1 | Prognostischer Stellenwert der MRT-Pelvimetrie bei BEL | 50 |
| 5.1.1 | Prognostische Rolle der CV | 50 |
| 5.1.2 | Prognostische Rolle des ISD | 51 |
| 5.1.3 | Weitere MRT-Parameter mit potenzieller prognostischer Relevanz | 52 |
| 5.1.4 | Eignung der MRT-Pelvimetrie zur Prognose des Geburtsverlaufs bei BEL | 54 |
| 5.2 | Einfluss der anamnestischen Daten der Mütter auf den Geburtsmodus | 56 |
| 5.3 | Fetale Einflussfaktoren auf den Geburtsmodus | 58 |
| 5.3.1 | Einfluss des Geburtsmodus auf das Outcome des Neugeborenen..... | 61 |
| 5.4 | Einflussfaktoren der Geburtseinleitung auf den Geburtsmodus | 62 |
| 5.5 | Neonatales Outcome | 62 |
| 5.5.1 | Geburtsmodus und neonatales Outcome | 62 |
| 5.5.2 | Einfluss der Pelvimetrie-Parameter der Mütter auf das frühe neonatale Outcome..... | 63 |

| | | |
|-----|--|----|
| 5.6 | Limitationen..... | 64 |
| 5.7 | Fazit | 65 |
| 6 | Zusammenfassung..... | 66 |
| 7 | Literatur..... | 71 |
| 8 | Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit..... | 81 |
| 9 | Eigene wissenschaftliche Beiträge | 82 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|--|
| BEL | Beckenendlage |
| BMI | Body-mass-index |
| BPD | biparietaler Durchmesser |
| CPO | Beckenausgang (engl. coccygeal pelvic outlet) |
| CTG | Kardiotokografie |
| CV | Conjugata vera |
| HASTE | Half-fourier acquisition-Single-shot-Turbo Spin-echo |
| ICC | Intraklassenkorrelation |
| ISD | Abstand zwischen den Spinae ischiadicae (engl. interspinous diameter) |
| ITD | Abstand zwischen den Sitzbeinhöckern (engl. intertuberous diameter) |
| MRT | Magnetresonanztomografie |
| PAA | Beckenöffnungswinkel (engl. pelvic aperture angle) |
| PI | Beckenneigung (engl. pelvic inclination) |
| PIA | Beckeneingangswinkel (engl. pelvic inlet angle) |
| PW | Beckenweite (engl. pelvic width) |
| OFD | okzipito-frontaler Durchmesser |
| R | Korrelationskoeffizient |
| SA | Standardabweichung |
| Section | Section caesarea |
| SOD | sagittaler Durchmesser des Beckenausgangs (Beckenenge, engl. sagittal outlet diameter) |
| SSW | Schwangerschaftswoche |
| T1 / T2 | Zeitkonstanten der Spin-Gitter-Relaxation |
| TE | Echozeit (engl. time to echo) |
| TP | Repetitionszeit (engl. time to repeat) |
| TSE | Turbo-Spin-Echo |

1 Einführung

Aufgrund verschiedener Studien zum fetalen Outcome – darunter die große prospektive, multizentrische Studie von Hannah et al. aus dem Jahre 2000 – galt die primäre Sectio caesarea (Sectio) jahrzehntelang als sicherster Geburtsmodus bei Beckenendlage (BEL). Bis 2006 boten 92,5 % der Geburtszentren in Europa und Nordamerika den Gebärenden keine vaginale Entbindung aus BEL an [1–6].

Die kritische Aufarbeitung der Studiendaten von Hannah et al. ergab schwere Mängel im Design und in der Durchführung, was zur späteren Relativierung der Studienergebnisse führte [7, 8]. Anschließende Veröffentlichungen derselben und anderer Autoren zeigten, dass sich das 2-Jahres-Outcome von vaginal und operativ aus BEL entbundenen Kindern und von Kindern nach vaginaler Entbindung aus einer Schädellage nicht unterscheidet. Eine wichtige Voraussetzung für ein adäquates Outcome bei einer vaginalen Entbindung aus BEL ist eine optimale und sofortige postpartale neonatologische Betreuung. [7, 9–13]

Mit einer Sectio können Komplikationen, wie fetale Asphyxien und Geburtstraumata mit Plexus und/oder Schulterverletzungen zwar reduziert werden, aber dieser Geburtsmodus birgt auch zahlreiche, insbesondere auch maternale Risiken. Dazu zählen primäre Operationskomplikationen, wie Komplikationen bei der Narkose, Schmerzen, Blutungen, Verletzungen oder Infektionen, die mit einer Erweiterung des Eingriffs oder Folgeeingriffen verbunden sein können. Auch bei unkompliziertem Verlauf ist eine Sectio mit einer längeren Hospitalisierung der Mutter (4–5 Tage) postpartal verbunden, während ein Krankenhausaufenthalt nach einer unkomplizierten Spontanentbindung nicht in jedem Fall notwendig ist. Eine Verkürzung der Liegezeit nach Sectio auf 3 Tage erscheint aufgrund der dann häufig notwendigen stationären Wiederaufnahmen nicht sinnvoll [14]. Des Weiteren sind sekundäre Operationskomplikationen, wie Blutungsstörungen, Adhäsionen oder Fertilitäts-, Implantations- und Plazentationsstörungen und uterine Narbendefekte, in weiteren Schwangerschaften mögliche Spätfolgen [15, 16]. Auf der kindlichen Seite bringt die primäre Sectio als Risiko vor allem Anpassungsstörungen mit sich, die aus dem Wegfall der physiologischen Vorgänge bei der natürlichen Passage durch den Geburtskanal zu resultieren scheinen [17, 18].

Durch den erneuten Trendwandel, Frauen bei BEL wieder eine vaginale Entbindung

anzubieten, gewinnt die Betreuung an einem geeigneten Zentrum und die Risikoselektion und Aufklärung der Patientinnen zunehmend an Bedeutung [9, 19–21]. Insbesondere die Risiken für das Kind erfordern es, dass die Planung und die Leitung einer vaginalen Geburt aus BEL in einem Zentrum mit einem erfahrenen geburtsmedizinischen und neonatologischen Team erfolgen. Neben der praktischen Erfahrung bei der Kindsentwicklung und der Verwendung geburtsmedizinischer Handgriffe ist auch eine adäquate, routinierte neonatologische Betreuung unabdingbar, um ein gutes Langzeit-Outcome zu gewährleisten [11, 12, 21, 22].

Nach den derzeitigen Leitlinien werden für die pränatale Risikoselektion anamnestische und klinische Parameter sowie die sonografische Gewichtsschätzung verwendet. Beispielsweise wurden höhere Erfolgsraten und eine geringere neonatale Morbidität bei Mehrgebärenden beschrieben und ein höheres Risiko für Feten mit intrauteriner Wachstumsrestriktion (Geburtsgewicht ≤ 10 . Perzentile) [5, 10, 12].

Der Wert einer zusätzlichen Beckendiagnostik ist umstritten und in den aktuellen Leitlinien nicht explizit gefordert. Trotzdem nutzen einige Zentren – darunter das Perinatalzentrum der Universität Leipzig – insbesondere bei der Risikogruppe der Erstgebärenden eine zusätzliche Pelvimetrie. Diese wird heute mittels Magnetresonanztomografie (MRT) durchgeführt. Das Hauptanliegen der Untersuchung ist der Ausschluss eines feto-maternalen Missverhältnisses und der damit verbundenen Risiken. Zusätzlich generiert diese Selektionsmaßnahme ein stärkeres Vertrauen sowohl bei den Schwangeren als auch bei den betreuenden Ärzten in den Erfolg der geplanten vaginalen Entbindung aus BEL. Welche pelvimetrischen Parameter für die Selektion geeignet sind, wurde für die MRT bisher nicht untersucht. Die Identifikation geeigneter Prognoseparameter ist aber unabdingbar, um Schwangere mit dem generellen Wunsch einer vaginalen Entbindung auf sichere Weise zu unterstützen. Aufgrund ihrer unkomplizierten Durchführbarkeit ohne Einschränkungen im 3. Trimenon und der Möglichkeit der reproduzierbaren Einschätzung der Beckendimensionen der Mutter auf unterschiedlichen Ebenen erscheint die MRT als eine geeignete Methode [23, 24].

1.1 Definition und Inzidenz

Die BEL ist eine fetale Poleinstellung, bei der nicht der Kopf des Fetus, sondern sein Becken oder seine Füße beim Geburtsvorgang vorangehen [25]. Die BEL-Inzidenz am

Geburtstermin beträgt 3–5 %, wobei Erstgebärende häufiger (>50%) betroffen sind [26–31]. Verschiedene Faktoren begünstigen eine BEL [29]. Dazu zählen fetale Faktoren, wie ein niedriges Gestationsalter, ein niedriges Geburtsgewicht, Fehlbildungen, ein spezifisches fetales Bewegungsmuster oder eine gestörte neurologische Entwicklung des Fetus [29], aber auch ein Polyhydramnion oder ein Oligohydramnion. Maternale Faktoren sind Multiparitäten, Mehrlingsschwangerschaften, Uterusfehlbildungen, Beckenfehlbildungen und plazentare Besonderheiten. Die BEL tritt zumeist idiopathisch auf; die Ursachen sind nur in etwa 20 % der Fälle identifizierbar [30].

1.2 Äußere Wendung

Bei persistierender BEL besteht die Möglichkeit des Versuchs einer äußeren Wendung. Das Ziel dabei ist, das Kind durch das Manöver in eine Schädellage zu drehen. Da das fetale Outcome nach einer vaginalen Entbindung aus Schädellage deutlich besser ist, sollte diese Option der Schwangeren angeboten werden [32, 33]. Das Manöver wird ab Erreichen der Reife ab der 37 + 0 Schwangerschaftswoche (SSW) durchgeführt; der geringe zeitliche Abstand zur Geburt macht das Rückdrehen des Fetus unwahrscheinlicher.

Verschiedene Faktoren, wie die Parität, der Body-mass-index (BMI) und das Gestationsalter, beeinflussen die Erfolgsrate. Die äußere Wendung gelingt häufiger bei Frauen mit Multiparität, dünner Bauchwand, einem niedrigen Uteruston, einer hohen Fruchtwassermenge (Amnion-fluid-index > 10 cm) und einem gut tastbaren fetalen Kopf. Bei Erstgebärenden sind die Erfolgschancen mit ca. 50 % geringer als bei Mehrgebärenden (ca. 70 %) [32, 33]. Für die äußere Wendung kann eine intravenöse Tokolyse (z. B. Fenoterol) durchgeführt werden. Mit der Relaxation des Uterus werden eine bessere Mobilisierbarkeit des Fetus und eine geringere Reaktivität des Uterus auf die mechanische Belastung erreicht. Die kontinuierliche fetale Überwachung während des Wendungsmanövers über Kardiotokografie (CTG) und Sonografie sowie ein geburtshilfliches Team in Sectio-Bereitschaft gehören zu den optimalen Voraussetzungen für einen Wendungsversuch. Der Eingriff wird meist in Rückenlage der Schwangeren bei leichter Beugung der Hüft- und Kniegelenke durch zwei Geburtshelfer absolviert. Nach Mobilisierung des Steißes wird eine Rotationsbewegung in Richtung ventral oder dorsal des Fetus durchgeführt. Der

Eingriff wird sonografisch und anschließend mittels CTG überwacht.

Absolute Kontraindikationen für eine äußere Wendung sind eine Plazenta praevia, eine tiefsitzende Vorderwandplazenta, vaginale Blutungen oder ein pathologisches CTG.

1.3 Geburtsmodi bei BEL

Grundsätzlich sind für die Entbindung aus BEL eine vaginale Geburt und eine primäre Sectio möglich. Da beide Entbindungsmodi spezifische Morbiditäts- und Mortalitätsrisiken für Mutter und Fetus aufweisen, müssen beide Optionen mit der Schwangeren besprochen werden.

1.3.1 Vaginale Entbindung

Bei Fehlen von Kontraindikationen und bei Wunsch der Mutter ist eine vaginale Entbindung aus BEL möglich. Nach den deutschen Leitlinien sollen betroffene Patientinnen im Rahmen der Geburtsplanung untersucht und ausführlich bezüglich der individuellen Chancen und Risiken beraten werden. Alle anamnestischen, klinischen und sonografischen Befunde sind in die Risikoabschätzung einzubeziehen (siehe Kapitel 1.5).

Bei der Entbindung ist die Anwesenheit eines mit der Geburtsleitung bei BEL vertrauten Facharztes sowie eines erfahrenen anästhesiologischen und neonatologischen Teams erforderlich [21].

Eine vaginale Geburt aus BEL kann entweder spontan oder mittels spezieller Manualhilfen verlaufen. Im Vergleich zu einer Geburt aus Schädellage kommt es bei einer Geburt aus BEL – geburtsmechanisch bedingt – zu einer längeren Nabelschnurkompression und somit zu einer verlängerten Hypoxiezeit. Zur Verkürzung der Hypoxiedauer ist eine zügige Entwicklung nach der Geburt des Steißes erforderlich. Dazu sind nach der Geburt des Rumpfes bis zur Spitze des vorderen Schulterblattes häufig Manualhilfen zur Lösung der Arme oder des Kopfes notwendig.

1.3.2 Primäre (elektive) Sectio

Aufgrund der Risiken einer vaginalen Entbindung bei BEL wird der Mutter die primäre Sectio als Alternative angeboten. Zu den Indikationen für eine primäre Sectio bei BEL gehören der Wunsch der Mutter, unzureichende infrastrukturelle Gegebenheiten in der gewählten Geburtsklinik und Kontraindikationen für eine vaginale Entbindung aus BEL (siehe Kapitel 1.4).

1.3.3 Sekundäre Sectio

Der Begriff sekundäre Sectio wird unterschiedlich verwendet. Generell bezeichnet er jede Sectio, die nach Geburtsbeginn (z. B. nach Blasensprung, Wehenbeginn) durchgeführt wird. Wie in der vorliegenden Studie kann er aber auch für Sectiones verwendet werden, die aufgrund mütterlicher oder fetaler Komplikationen unter der Geburt (z. B. pathologisches CTG, Geburtsstillstand) bei initial angestrebter vaginaler Entbindung medizinisch indiziert sind.

1.4 Geburtsplanung bei BEL

Aufgrund der besonderen Risikosituation ist bei einer BEL eine Geburtsplanung obligat. Dazu gehört nach den deutschen Leitlinien eine ausführliche geburtshilfliche Anamnese sowie eine klinische Untersuchung der Schwangeren mit klinischer Beurteilung des Beckens durch einen erfahrenen Geburtshelfer [21]. Zur Beurteilung des Fetus erfolgt ab der 35. SSW eine sonografische Fetometrie zum Ausschluss einer Makrosomie, einer Wachstumsrestriktion sowie feto-maternaler Disproportionen. In Terminnähe oder bei Geburtsbeginn ist eine sonografische Kontrollfetometrie erforderlich.

Kontraindikationen für eine vaginale Entbindung aus BEL sind nach hausinternen Standards der Uniklinik Leipzig eine Geburt vor der 36+0 SSW, eine Wachstumsretardierung, bzw. ein zarter Fet (fetales Schätzwicht < 2500 g oder < 10. Perzentile), eine Makrosomie (fetales Schätzwicht > 3800 g), der Verdacht auf ein feto-maternales Missverhältnis, mütterliche Beckenanomalien, eine fetale Disproportion (z. B. Kopfumfang >>> Abdomenumfang) oder die Einstellung des Fetus

in Fußlage. Auf der Basis der pränatal erhobenen Befunde ist ein ausführliches, ergebnisoffenes Aufklärungsgespräch zu führen, in dem die Patientin über die Besonderheiten des Geburtsablaufs, über die spezifischen Risiken jeder Entbindungsoption sowie über ihr individuelles Risiko informiert werden muss. Danach liegt beim Fehlen von Kontraindikationen für eine vaginale Entbindung die Entscheidung über den primär angestrebten Entbindungsmodus bei der Frau [21].

1.5 Rolle der Pelvimetrie

1.5.1 Konventionelle (Röntgen-) Pelvimetrie

Die ersten bildgebenden Untersuchungen des Beckens bei Schwangeren waren konventionelle Verfahren unter Verwendung von Röntgenstrahlung. Vor der Kenntnis der fruchtschädigenden Wirkung wurde die Röntgen-Pelvimetrie regelhaft vor und unter der Geburt zur Lagekontrolle verwendet [34]. In aus dieser Zeit durchgeführten Studien mit gemischten Patientenkollektiven wurden verschiedene pelvimetrische Referenzwerte ermittelt. Diese variieren mit Werten zwischen 11,0 und 12,4 cm für die Conjugata vera (CV), zwischen 9,5 und 11,6 cm für den Abstand zwischen den Spinae ischiadicae (engl. interspinous diameter, ISD), zwischen 10,5 und 12,4 cm für den Abstand zwischen den Sitzbeinhöckern (engl. intertuberous diameter, ITD) sowie zwischen 11,0 und 12,2 cm für den sagittalen Beckenauslass-Durchmesser (Beckenenge, engl. sagittal outlet diameter, SOD) jedoch stark [35–41]. Verschiedene Röntgenstudien belegen, dass ein detailliertes Wissen über die Anatomie des Beckens nützlich für die Planung von Geburten aus BEL ist [39, 42, 43].

1.5.2 MRT-Pelvimetrie

Anders als bei konventionellen Pelvimetrien wird bei der MRT keine ionisierende Strahlung verwendet. Die MRT ist ein nicht-invasives, bildgebendes Schnittbildverfahren, das mit hoher Sicherheit für die Mutter und den Fetus während der gesamten Schwangerschaft durchgeführt werden kann [24, 44].

Die MRT-Pelvimetrie wurde erstmals 1985 von Stark et al. evaluiert [45]. Aufgrund der hohen Genauigkeit und fehlenden Strahlenbelastung gilt sie als geeignetes Verfahren

zur Beurteilung der Beckenverhältnisse bei schwangeren Frauen [23, 45–47].

Zur prognostischen Wertigkeit der MRT-Pelvimetrie bei BEL existieren jedoch nur wenige Studien und lediglich eine prospektive, randomisierte Arbeit [46]. Van Loon et al. zeigten, dass sich durch die Nutzung der Pelvimetrie für die Geburtsplanung die Notwendigkeit von sekundären und notfallmäßigen Sectiones verringern lässt. Insgesamt konnte Sectio-Rate durch das verwendete Protokoll jedoch nicht gesenkt werden [46].

Spörri et al. zeigten bei einem Risikokollektiv anhand von Feten in Schädellage, dass ein cephalo-pelvines Missverhältnis mit einer hohen Sensitivität und Spezifität durch eine MRT-Pelvimetrie erfasst werden kann [48]. In den deutschen Leitlinien wird die weiterführende Beckendiagnostik und die MRT-Pelvimetrie explizit weder bei Schädel- noch bei Beckenendlagen gefordert [21]. In vielen Zentren wird diese Methode aber dennoch als zusätzliche diagnostische Maßnahme für die Geburtsplanung bei BEL verwendet, um insbesondere bei Erstgebärenden eine zusätzliche Sicherheit zu schaffen. Zur Bewertung der Beckendimension dient vornehmlich die CV als klassisches geburtshilfliches Maß der Beckeneingangsebene. Derzeit fehlen europaweite einheitliche Referenzwerte für die CV und ausreichend validierte MRT-Daten. Die in der klinischen Praxis in Deutschland verwendeten Referenzwerte stammen aus den früheren, konventionellen Pelvimetrie-Studien und variieren stark. Beispielsweise wurden in einer französischen Beobachtungsstudie CV-Richtwerte $\geq 10,5$ cm, und in einer niederländische Studie Werte $\geq 11,0$ cm verwendet. Auch der ISD wurde in diesen Studien mit unterschiedlichen Referenzwerten von $\geq 9,5$ cm und ≥ 10 cm in die Selektion einbezogen. [12, 46, 49]

Eine Übertragbarkeit der Referenzwerte von der konventionellen auf die MRT-Pelvimetrie kann vor dem Hintergrund stark differierender Untersuchungstechniken nicht angenommen werden und wurde bisher nicht ausreichend geprüft [47].

2 Aufgabenstellung

In der vorliegenden retrospektiven Studie erstgebärender Patientinnen mit geplanter vaginaler Geburt bei BEL soll der Stellenwert einer zusätzlichen MRT-Pelvimetrie für die pränatale Selektion analysiert werden. Dazu sollen MRT-Parameter verschiedener Beckenebenen hinsichtlich ihres prognostischen Wertes auf das Outcome überprüft. Zusätzlich soll das prognostische Potenzial anamnestischer, klinischer und sonografischer Parameter auf den Geburtsverlauf getestet werden.

Folgende Hypothesen bezüglich einer geplanten vaginalen BEL-Entbindung wurden geprüft:

1. Die MRT-Pelvimetrie ist ein reproduzierbares und somit reliables Messverfahren, mit dem anatomische Gegebenheiten des maternalen Beckens erfasst und präzise ausgemessen werden können.
2. Neben der CV existieren weitere unabhängige Parameter, die den Erfolg der Entbindung beeinflussen.
3. Die mittels verschiedener MRT-Pelvimetrie-Parameter abgebildete Beckenanatomie beeinflusst das neonatale Outcome.
4. Maternale Faktoren, wie Körpergröße, BMI und Alter, beeinflussen das geburtshilfliche Outcome.
5. Fetale Faktoren wie das Geburtsgewicht und das Gestationsalter beeinflussen das geburtshilfliche Outcome.
6. Bei Verwendung eines adäquaten Selektionsprotokolls und bei einer Betreuung in einem spezialisierten Pränatalzentrum unterscheidet sich das frühe neonatale Outcome von vaginal und durch eine sekundäre Sectio geborene Kinder nicht wesentlich.

3 Material und Methoden

3.1 Patientinnenkollektiv

In der vorliegenden monozentrischen Analyse des Perinatalzentrums Level 1 der Universitätsklinik Leipzig wurden 62 erstgebärende Patientinnen mit geplantem Spontanpartus bei BEL untersucht. Die retrospektive Analyse umfasst einen Zeitraum von 2 Jahren (01.01.2011 – 31.12.2012). Im Rahmen der Geburtsplanung war neben der Selektion gemäß den deutschen Leitlinien nach hausinternem Standard auch eine zusätzliche MRT-Untersuchung erfolgt [21]. Hierbei wurde eine $CV \geq 12$ cm als Grenzwert festgelegt.

Patientinnen mit Kontraindikationen für eine vaginale Entbindung gemäß den deutschen Leitlinien oder einer $CV < 12$ cm oder einer nicht vollständigen Geburtsplanung erhielten eine primäre Sectio und wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Auch Patientinnen mit Mehrlingsschwangerschaften wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Vor Durchführung der Studie lag ein positives Votum der Ethikkommission vor.

3.2 Sonografie

Im Rahmen der Geburtsplanung war in der 35. – 37. SSW sowie am Geburtstermin bzw. bei der Aufnahme zur Geburt eine Fetometrie durch einen Facharzt für Gynäkologie und Geburtshilfe erfolgt. Hierfür wurde ein Ultraschallgerät der Firma GE Healthcare®, Voluson E8 Expert mit einem Konvexschallkopf verwendet. Die im Dokumentationsprogramm PIA® (Viewpoint) gespeicherten, sonografischen Daten wurden für die vorliegende Analyse genutzt. Anhand der sonografischen Parameter biparietaler Durchmesser (BPD), okzipito-frontaler-Durchmesser (OFD), Abdomenumfang und Femurlänge wurde eine Gewichtsschätzung vorgenommen, die auf verschiedenen Formeln basierte. Die Messrichtlinien für die Bestimmung der Parameter sowie die Möglichkeiten der Gewichtsschätzung werden im Folgenden dargestellt.

3.2.1 Kopfumfang

Der Kopfumfang wurde aus dem BPD und dem OFD errechnet. Zur Messung dieser Parameter wurde der fetale Kopf in einer transversalen Ebene so eingestellt, dass die Schädelkalotte im Bild symmetrisch oval angeschnitten war (Abbildung 1). Die Falx cerebri, die als echoreiche Mittellinie zwischen den Seitenventrikeln verläuft und im vorderen Drittel vom Cavum septi pellucidi unterbrochen wird, musste mittig dargestellt sein. Beidseits des Mittellinienechos mussten die Thalamus-Kerne als echoarme Strukturen sichtbar sein [50, 51]. Das Cerebellum und die Orbitae sollten nicht zu sehen sein.

Der BPD wurde als Außen-zu-Außen-Abstand der Schädelkontur an der breitesten Stelle des Kopfes und senkrecht zum Mittellinienecho bestimmt. Der OFD wurde als Außen-zu-Außen-Abstand von der vorderen Schädelkontur des Os frontale entlang des Mittellinienechos bis zur hinteren Schädelkontur des okzipitalen Pols gemessen. Der Kopfumfang wurde mit der unten dargestellten Formel aus dem BPD und dem OFD berechnet [52, 53]. Alternativ konnte der Kopfumfang auch über eine Ellipsenfunktion berechnet werden:

$$\text{Kopfumfang: KU} = \pi * \sqrt{\frac{\text{BPD}^2 + \text{OFD}^2}{2}}$$

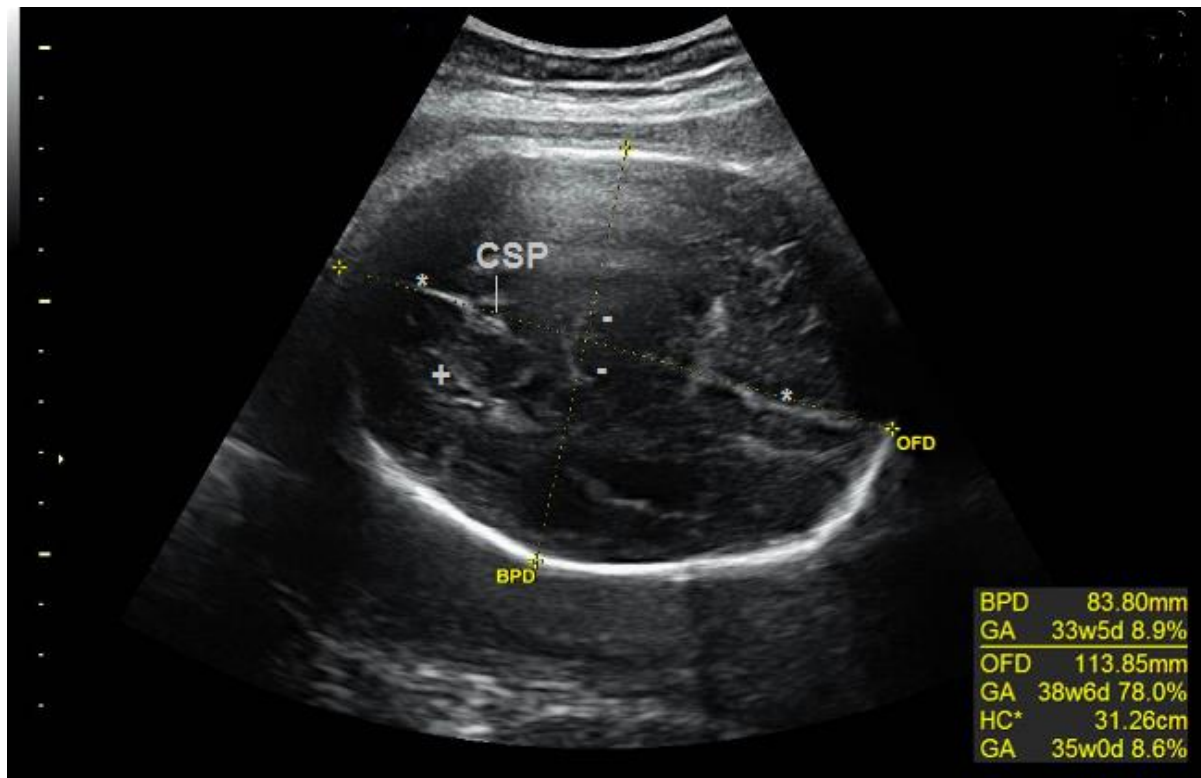


Abbildung 1: Messebene zur Bestimmung des biparietalen (BPD) und okzipito-frontalen Durchmessers (OFD) bei einem Fetus in Beckenendlage in der 36. Schwangerschaftswoche [54]

BPD und OFD sind als gestrichelte Linien dargestellt. HC = Head circumference (= Kopfumfang); CSP = Cavum septi pellucidi; GA = Gestationsalter (w = Wochen, d = Tage); * = Falx cerebri, + = Seitenventrikel, - = Thalamus

3.2.2 Abdomenumfang

Zur Berechnung des Abdomenumfangs wurde die Ellipsenfunktion verwendet. Vom fetalen Herzen ausgehend wurde die Schallebene soweit nach kaudal verschoben, bis die portale Einmündungsstelle der Vena umbilicalis erscheint (Abbildung 2). Die Einstellung wurde so gewählt, dass die Einmündungsstelle möglichst zentral im Querschnitt des Abdomens abgebildet war. Darüber hinaus sollten mehrere Rippen, ein Wirbelkörper und die Magenblase im Horizontalschnitt erkennbar sein. Die fetale Lunge, die Nieren und der Verlauf der Portalvene sollten nicht zu sehen sein. Ein optimaler horizontaler Anschnitt lag vor, wenn der Anschnitt kreisrund war und die oben genannten Faktoren erfüllt waren [51, 55].

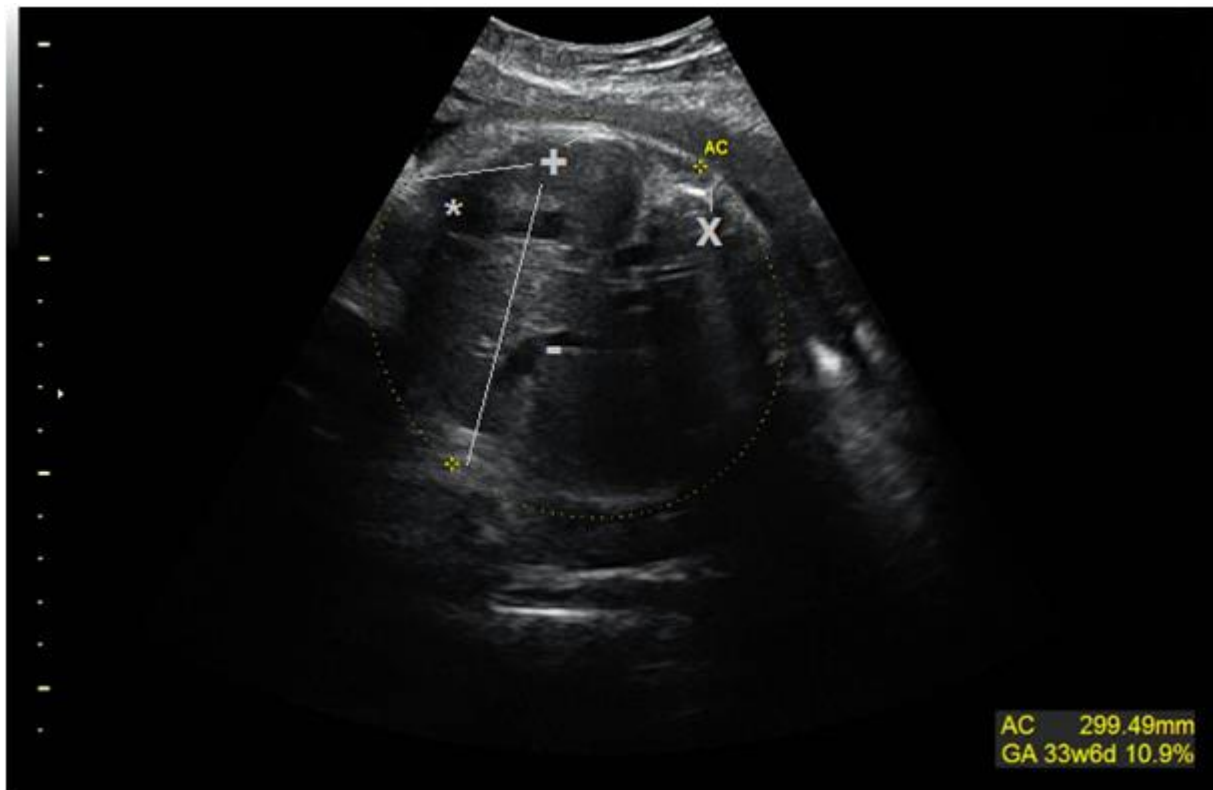


Abbildung 2: Sonografische Bestimmung des Abdomenumfangs bei einem Fetus in Beckenendlage in der 36. Schwangerschaftswoche [54]

Der Abdomenumfang (AC = abdominal circumference) ist mit Hilfe der Elypsenfunktion gestrichelt dargestellt. GA = Gestationsalter (w = Wochen, d = Tage); * = Magenblase, + = mehrere Rippenanschnitte sind mit weißen Linien gekennzeichnet, X = Wirbelkörper, - = Einmündungsstelle der Vena umbilicalis in die Vena portae hepatis

3.2.3 Femurlänge

Zur sonografischen Bestimmung der Femurlänge wurde dieser in seiner längsten Ausdehnung dargestellt (Abbildung 3). Die Messung wurde am quer zur Schallrichtung eingestellten Knochen, unter Aussparung des Femurkopfes und des Femurhalses, vorgenommen [51].

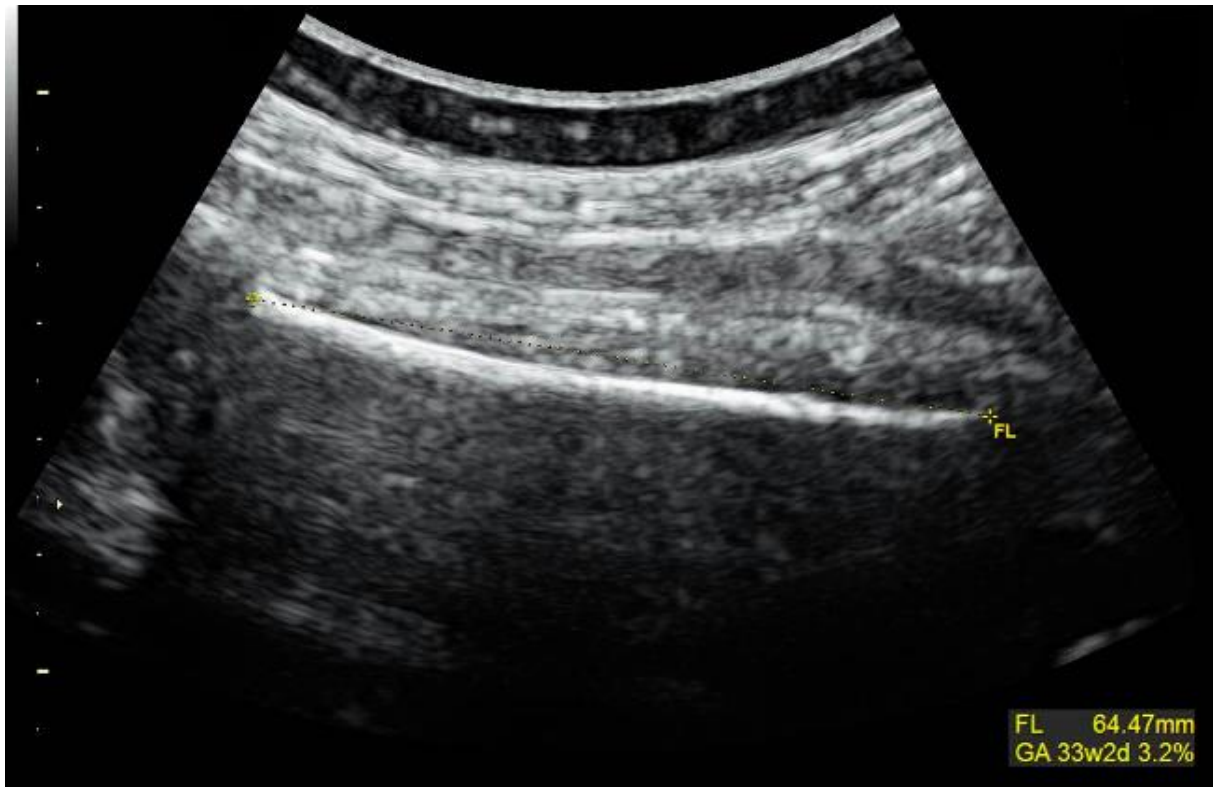


Abbildung 3: Sonografische Bestimmung der Femurlänge (FL) bei einem Fetus in Beckenendlage in der 36. Schwangerschaftswoche [54]

Die Femurlänge ist als gestrichelte Linie dargestellt. GA = Gestationsalter (w = Wochen, d = Tage)

3.2.4 Fetales Schätzwicht

Anhand der Messparameter BPD, OFD, Kopfumfang, Abdomenumfang und Femurlänge kann die fetale Gewichtsschätzung erfolgen. Hierfür stehen verschiedene Formeln zur Verfügung [51–53, 56–58]. Zum Ausschluss einer fetalen Wachstumsretardierung wird das Verhältnis von Kopfumfang zu Abdomenumfang bestimmt [50].

In der vorliegenden Studie wurde das fetale Schätzwicht mit der Formel nach Merz et al. und mit zwei Formeln nach Hadlock et al. (Hadlock 3 und Hadlock 4) berechnet (Tabelle 1) [56, 58]. In den Formeln werden die Parameter Abdomenumfang, BPD und Femurlänge unterschiedlich gewichtet [58].

Tabelle 1: Formeln zur Schätzung des fetalen Gewichts anhand sonografischer Parameter nach Merz, Hadlock [56–58]

| Autor | Formel |
|----------------|---|
| Merz [55] | $G \text{ (g)} = -3200,40479 + 157,07186 \times AU + 15,90391 \times BPD^2$ |
| Hadlock 3 [57] | $G \text{ (g)} = 10\exp (1,4787 - 0,003343 \times AU \times FL + 0,001837 \times BPD^2 + 0,0458 \times AU + 0,158 \times FL)$ |
| Hadlock 4 [57] | $G \text{ (g)} = 10\exp (1,5662 - 0,0108 \times KU + 0,0468 \times AU + 0,171 \times FL + 0,0034 \times KU^2 - 0,003685 \times AU \times FL)$ |

AU = Abdomenumfang, KU = Kopfumfang, G = Gewicht, BPD = biparietaler Durchmesser, Femurlänge = FL

3.3 Magnetresonanztomografie (MRT)

Die MRT ist ein nicht-invasives Schnittbildverfahren, das die Darstellung von Körperregionen in frei wählbaren Raumebenen ermöglicht. Dafür werden die Prinzipien der Kernspinresonanz genutzt, bei der Wasserstoff-Protonen in starken Magnetfeldern angeregt und durch magnetische Wechselfelder im Radiofrequenzbereich aus ihrer Magnetisierungsrichtung ausgelenkt werden.

Im Rahmen der Geburtsplanung war bei allen Patientinnen eine 1,5-Tesla MRT-Untersuchung an einem Magnetom Symphonie® System mit einer integrierten Körperspule (Siemens Health Care, Erlangen, Deutschland) erfolgt. Spezielle Vorbereitungen waren für die MRT-Untersuchung nicht notwendig. Die Patientinnen wurden auf dem Rücken liegend mit der Spina iliaca anterior superior im Isozentrum des Magneten gelagert. Bei allen Patientinnen wurden transversale Schnittbilder der Beckenregion in einer T1-Wichtung und sagittale Schnittbilder in einer T2-Wichtung angefertigt.

3.3.1 T1- und T2-Wichtung

Aufgrund des unterschiedlichen, für jedes Gewebe spezifischen Gehaltes an Wasserstoff-Protonen können Gewebe mittels verschiedener Sequenzen präzise dargestellt werden. Die Differenzierung der Gewebe mittels T1- oder T2-Kontrast gelingt in der MRT durch die Wahl geeigneter Pulsrepetitionzeiten (engl. time to repeat, TR) und Echozeiten (engl. time to echo, TE). Die Gewebeschnitten werden durch magnetische Wechselfelder mehrfach nacheinander angeregt (Pulsrepetition) und so aus ihrer Magnetisierungsrichtung, die sich aus dem starken umliegenden Magnetfeld ergibt, ausgelenkt. Die TR liegt im Radiofrequenzbereich. Nach der Anregung erfolgt die Messung des MRT-Signals in einem durch die TE festgelegten Zeitintervall. Bei Wahl einer geeigneten TE lässt sich der T1- bzw. T2-Effekt der Gewebe für die Bilderzeugung nutzen.

Der T1-Effekt entsteht durch die Relaxation der Wasserstoff-Protonen im Gewebe entlang der longitudinalen Magnetisierungsrichtung. T1 gibt den Zeitpunkt an, an dem nach Abschalten des Hochfrequenzimpulses 63 % der Protonen in Längsrichtung relaxiert sind. T1 steht dafür, wie schnell Energie von Atomkernen auf das umgebende Gitter übertragen wird und läuft in Flüssigkeiten (s) deutlich schneller ab als in festen Körpern (min). Gewebe mit einer schnellen T1-Relaxationszeit können, bevor der neue Magnetisierungsimpuls erfolgt, mehr Signal geben als solche mit einer langen T1-Relaxationszeit. TR und TE müssen entsprechend kurz gewählt werden.

Der T2-Effekt entsteht durch die Relaxation der Wasserstoff-Protonen im Gewebe entlang der transversalen Magnetisierungsrichtung. Die T2-Zeit ist der Zeitpunkt, an dem 63 % der Protonen in Querrichtung relaxiert sind. Auch dieser Effekt ist gewebespezifisch, wird aber mit einer längeren TR und TE erfasst.

Längs- und Querrelaxation laufen parallel und unabhängig voneinander ab. Die Quermagnetisierung läuft mit 200–300 Millisekunden schneller ab als die Längsmagnetisierung mit 0,5–5 Sekunden.

Das knöcherne Becken wurde für die Pelvimetrie in der T1- und T2-Wichtung untersucht. Hierbei stellt sich Knochen hyperintens (echoreich und hell) und Knorpel hypointens (echoarm und dunkel) dar. Fett erscheint in der T2-Wichtung hypointens (echoarm und dunkel) und in der T1-Wichtung hyperintens (echoreich und hell).

3.3.2 Spin-Echo (SE) und Turbo-Spin-Echo (TSE) Sequenz

Die einfachste Form der SE-Sequenz besteht aus einem 90° - und einem 180° -Impuls mit einem nachfolgenden Echo (Abbildung 4). Die Zeit zwischen der Mitte des ersten Hochfrequenzimpulses und der Spitze des Spin Echos wird als TE bezeichnet. Die SE-Sequenz wiederholt sich zum Zeitpunkt TR [59].

Für die Pelvimetrie wurde eine T1 gewichtete TSE-Sequenz in axialer (transversaler) Orientierung mit einer Schichtdicke von 5 mm und einem Schichtabstand von 2 mm verwendet (Abbildung 4). Auf einen initialen 90° Impuls folgen bei einer TSE-Sequenz sequentielle 2–16 180° Impulse, die jeweils ein separates Echo erzeugen, somit zusätzliche Informationen liefern und im Vergleich zu einer herkömmlichen SE-Sequenz einen deutlich schnelleren Bildaufbau ermöglichen (Abbildung 4). Die T1- oder T2-Wichtung erfolgt durch die Wahl von TE und TR. Durch eine kurze TR und TE entsteht ein T1-gewichtetes Bild. TSE-Sequenzen bieten den Vorteil einer guten räumlichen Auflösung.

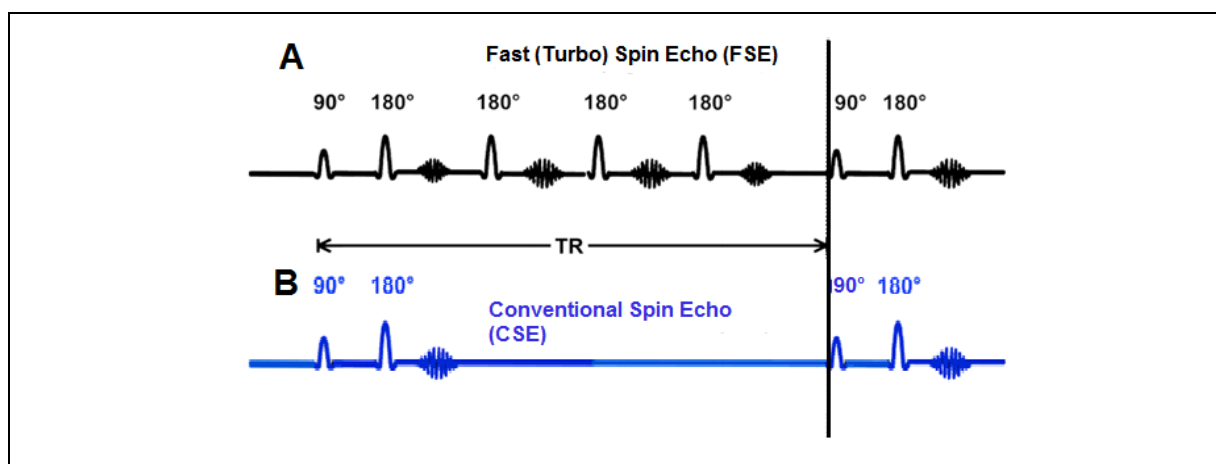


Abbildung 4: Schema des Ablaufs einer Turbo-Spin-Echo (TSE, auch Fast-Spin-Echo, FSE) Sequenz (A) im Vergleich zu einer herkömmlichen Spin-Echo-Sequenz (CSE, B) [58]; TR = Relaxationszeit (engl. time to repeat)

Das sagittale Schnittbild wurde in der T2-gewichteten Half-fourier acquired Single-Shot Turbo Sequenz (HASTE) erstellt. Hierbei handelt es sich um eine Echo-Planar-Echo-Sequenz. Bei dieser Variante der SE-Sequenzen auf der Basis einer Single-Shot-Technik werden sämtliche Echos für ein Bild mit einer einzigen Anregung erzeugt. Aufgrund ihrer besonders schnellen Messfrequenz bietet die T2-HASTE bei kurzer Untersuchungsdauer eine hohe Auflösung. Eine kurze Untersuchungsdauer ist

insbesondere bei fortgeschrittener Schwangerschaft vorteilhaft. Abbrüche der Untersuchung aufgrund von Beschwerden, wie ein Vena cava Kompressionssyndrom aufgrund der notwendigen Rückenlage, sind daher selten.

3.3.3 Pelvimetrische Parameter

Die Pelvimetrie erfolgte anhand der im Philips®-PACS-System gespeicherten MRT-Bilddaten an einer externen PACS-Workstation (Philips®). Die Abstände und Winkel wurden von einer Untersucherin (Katrin Thomaßen) und einmalig von zwei Untersucherinnen (Katrin Thomaßen und Dr. med. habil. Janine Hoffmann) gemessen.

3.3.4 Abstände im Sagittalschnitt

Für die Messungen im Sagittalschnitt wurde eine Schicht gewählt, in der die Symphyse als hypointense Faserknorpelstruktur zu sehen war (Abbildung 5).

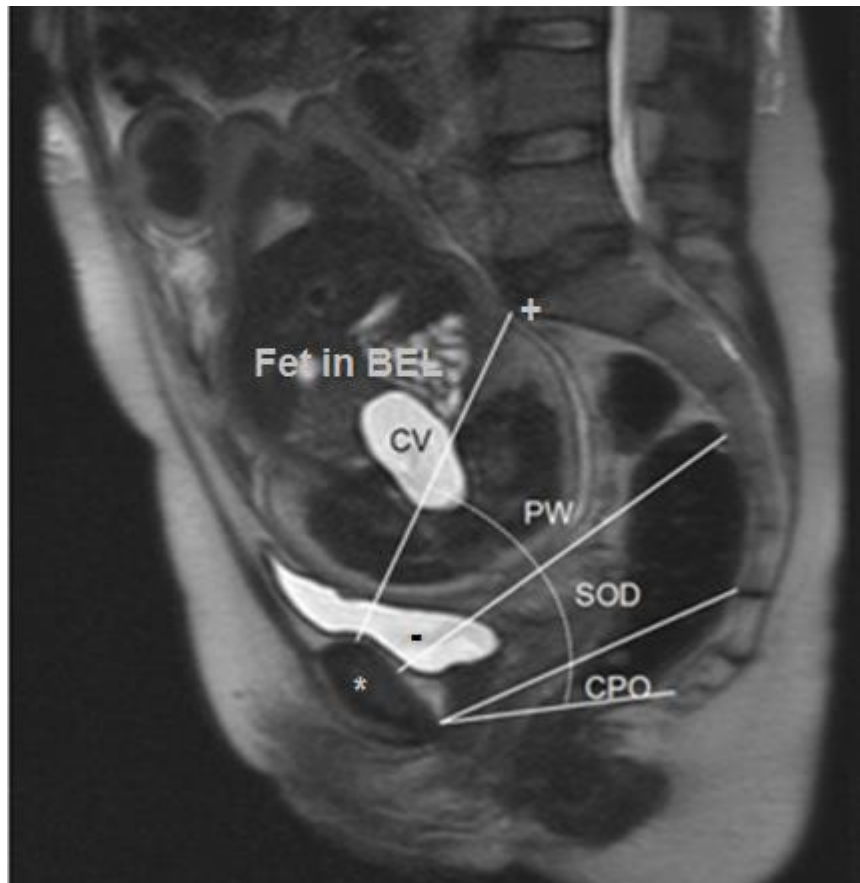


Abbildung 5: Distanzen im Sagittalschnitt in T2-Wichtung (MRT-Pelvimetrie)

* = maternale Symphyse, - = Harnblase, + = Promontorium, CV = Conjugata vera; PW = pelvic width (Beckenweite); SOD = sagittal outlet diameter (Beckenenge); CPO = coccygeal pelvic outlet (Beckenausgang) [54]

Conjugata vera (CV)

Die CV ist ein Maß für die antero-posteriore Weite auf Beckeneingangsebene (Abbildung 5). Sie wurde als Distanz zwischen der Vorderkante des Promontoriums, oberhalb der Vorderkante des 1. Sakralwirbels und der Hinterfläche der Symphyse gemessen [39, 46, 60, 61].

Beckenweite (engl. pelvic width, PW)

Die Beckenweite ist ein Maß für die antero-posteriore Weite in der Beckenmitte (Abbildung 5). Sie wurde als Distanz zwischen der Mitte der Symphysenrückfläche bis zur Mitte der Vorderkante des dritten Sakralwirbels gemessen [39, 46, 60, 61].

Beckenenge (engl. sagittal outlet diameter, SOD)

Die Beckenenge ist ein Maß für die antero-posteriore Weite der Beckenmitte bis zum Beckenausgang (Abbildung 5). Sie wurde als Distanz zwischen dem unteren Rand der Symphysenkante und dem sacro-coccygealen Übergang gemessen [39, 46, 60, 61].

Beckenausgang (engl. coccygeal pelvic outlet, CPO)

Der Beckenausgang ist ein Maß für die antero-posteriore Weite auf Höhe des Beckenausgangs bis Beckenbodens (Abbildung 5). Der CPO wurde als Distanz zwischen dem unteren Rand der Symphysen-Hinterkante und der Spitze des Os coccygis gemessen [39, 46, 60, 61].

3.3.5 Winkel im Sagittalschnitt

Mit der Bestimmung verschiedener Winkel wurde die Stellung der knöchernen Beckenstrukturen zueinander erfasst. Für die Geburtsmechanik gelten die im Folgenden beschriebenen Winkel als bedeutsam [46, 60].

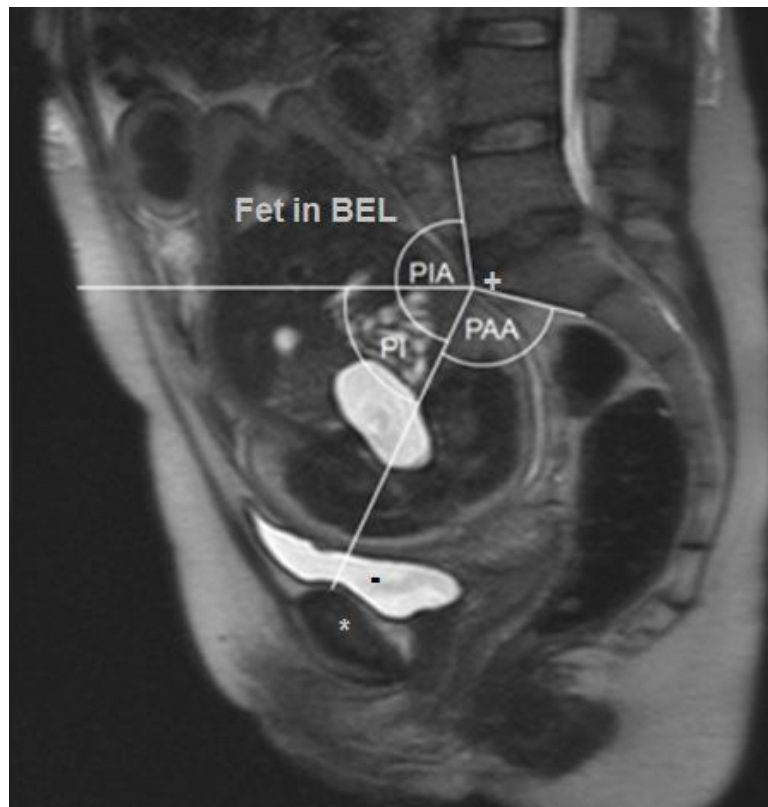


Abbildung 6: Winkel im Sagittalschnitt in T2-Wichtung (MRT-Pelvimetrie)

PI = pelvic inclination (Beckenneigungswinkel), *=maternale Symphyse, +=Promontorium, -=Harnblase (Beckenneigungswinkel); PIA = pelvic inlet angle (Beckeneingangswinkel); PAA = pelvic aperture angle (Beckenöffnungswinkel)

Beckenneigung (engl. pelvic inclination, PI)

Die PI beschreibt die horizontale Neigung des Beckens (Abbildung 6). Diese wurde durch den Winkel zwischen der CV und einer horizontal verlaufenden Gerade abgebildet [46, 60].

Beckeneingangswinkel (engl. pelvic inlet angle, PIA)

Der PIA beschreibt die Neigung des Beckens zur Lendenwirbelsäule (Abbildung 6). Er wurde durch den Winkel zwischen einer Geraden durch die Vorderkante des 5. Lendenwirbelkörpers und der CV abgebildet [46, 60].

Beckenöffnungswinkel (engl. pelvic aperture angle, PAA)

Der PAA beschreibt den Öffnungswinkel des Beckeneingangs (Abbildung 6). Er wurde über den Winkel zwischen der CV und einer Geraden entlang der Vorderkante des 1. Sakralwirbels abgebildet [37, 46, 60].

3.3.6 Abstände im Transversalschnitt

Für die Geburtsmechanik sind auch Abstände bedeutsam, die im Transversalschnitt auf verschiedenen Ebenen erfasst werden [24, 62] (Abbildung 7).

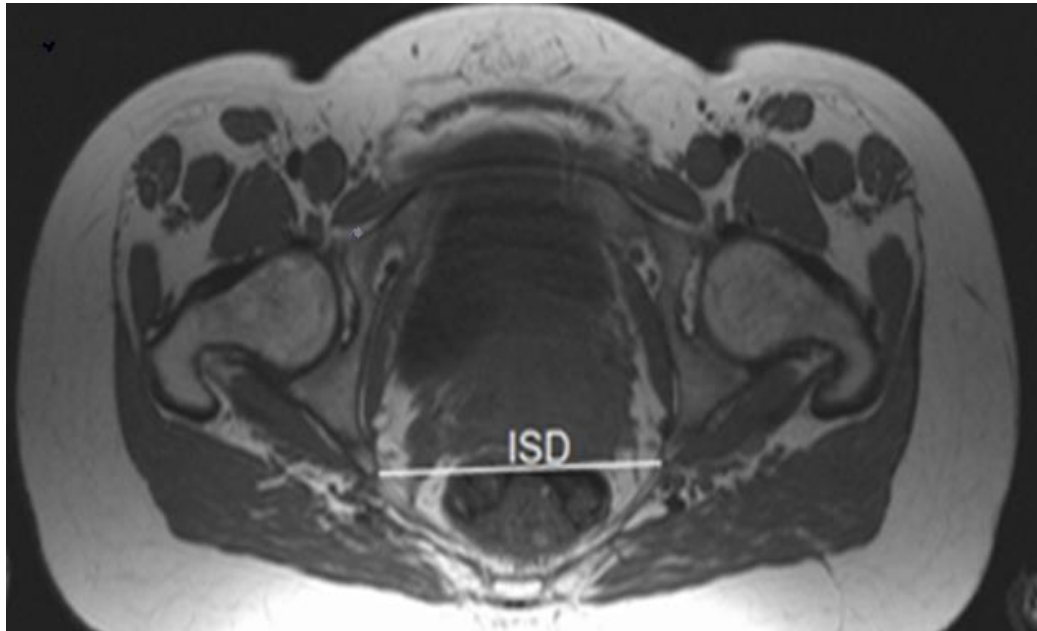


Abbildung 7: Messebene und Messung des interspinalen Abstands (engl. interspinous diameter ISD) im Transversalschnitt in T1-Wichtung (MRT-Pelvimetrie) [54]

Interspinaler Abstand (engl. interspinous diameter ISD)

Der ISD beschreibt den queren Durchmesser der Beckenenge und ist somit ein Parameter des unteren Abschnittes der Beckenmitte (Abbildung 7). Er wurde in transversaler Schichtorientierung an der Stelle bestimmt, an der die Spitze der linken und der rechten Spina ischiadica den geringsten Abstand zueinander hatten. Gemessen wurde die Distanz zwischen den beiden Spitzen [46].

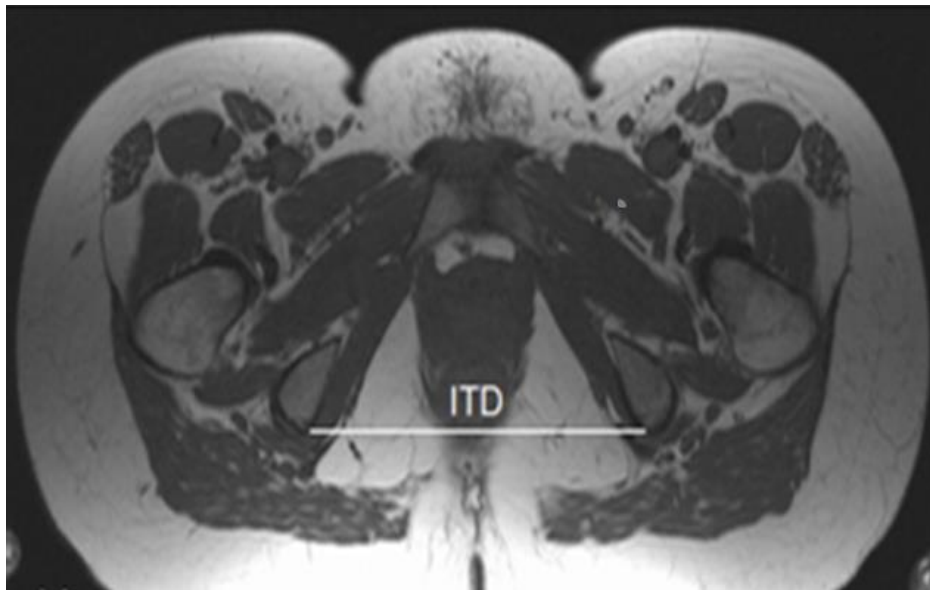


Abbildung 8: Messebene und Messung des Abstands zwischen den Sitzbeinhöckern (engl. intertuberos diameter, ITD) im Transversalschnitt in T1-Wichtung (MRT-Pelvimetrie) [54]

Abstand zwischen den Sitzbeinhöckern (engl. intertuberos diameter, ITD)

Der ITD beschreibt den geringsten Abstand zwischen dem linken und dem rechten Tuber ossis ischii und ist somit ein Parameter des Beckenausgangs (Abbildung 8). Gemessen wurde auf Höhe der Muskelansatzsehne, von der Innenkante vom linken zum rechten Tuber ischiadicum [46].

3.4 Outcome

3.4.1 Maternales Outcome

Die maternalen Parameter, die Art des Geburtsbeginns (spontan oder medikamentös eingeleitet) sowie das Geburtsergebn (spontan oder sekundäre Sectio) wurden erfasst und zwischen der Gruppe mit vaginaler Entbindung und der Gruppe mit sekundärer Sectio verglichen. Bei der Gruppe mit vaginaler Entbindung wurden spontane und assistierte Geburten unterschieden. In der Gruppe mit den assistierten Entbindungen wurde die Art der Assistenz (z. B. Manualhilfe nach Bracht, Manualhilfe nach Bracht Veit-Smellie, klassischer Armlösung) dokumentiert.

3.4.2 Neonatales Outcome

Die neonatalen Parameter Kopfumfang, Körperlänge, Körpergewicht, pH-Wert und Base Excess der Nabelschnurarterie, der 1-, 5-, 10-Minuten-APGAR-Wert (Tabelle 2) sowie die Notwendigkeit der weiteren Versorgung auf der Neugeborenen-Intensivstation wurden erfasst und zwischen den Gruppen mit erfolgreicher vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio verglichen. Als adäquates neonatales Outcome galt ein 1-Minuten-APGAR-Wert > 5 und ein 5-Minuten-APGAR-Wert > 7 . Bei einem 1-Minuten-APGAR-Wert ≤ 5 und einem 5-Minuten-APGAR-Wert ≤ 7 wurde das Outcome als schlecht bewertet.

Tabelle 2: APGAR-Score

| Kriterium | 0 Punkte | 1 Punkt | 2 Punkte |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| A = Aussehen (Hautfarbe) | blau, blass | Stamm rosig, Extremitäten blau | gesamter Körper rosig |
| P = Puls (Herzfrequenz) | kein Herzfrequenz | $< 100/\text{min}$ | $> 100/\text{min}$ |
| G = Grimassieren | Keine | Grimassieren | kräftiges Schreien |
| A = Atmung | Keine | unregelmäßig, flach | regelmäßig, Kind schreit |
| R = Reflexe (Muskeltonus) | schlaff | leichte Beugung der Extremitäten | aktive Bewegung der Extremitäten |

Mögliche Zusammenhänge zwischen dem neonatalen Outcome und klinischen, sonografischen und MRT-Daten wurden eruiert. Die Daten zum neonatalen Outcome wurden der elektronischen Dokumentation in den Dokumentationsprogrammen für medizinische Daten PIA® (Viewpoint) und SAP 710® entnommen.

3.5 Statistik

Für die statistische Auswertung wurde SPSS (IBM® SPSS® Statistics Version 21) genutzt.

Für die Testung der Variablen auf Normalverteilung wurde der Kolmogorow-Smirnov-Test verwendet. Zur Bestimmung der Varianzhomogenität kam der Levene-Test zum Einsatz.

Bei Normalverteilung und Varianzhomogenität wurden parametrische Tests, wie der t-Test, t-Test-basierte Regressionsanalysen bzw. bivariate Korrelationen nach Pearson verwendet. Deskriptiv wurden die Daten mit Mittelwerten \pm Standardabweichungen dargestellt. Für nicht normal verteilte Variablen wurden nicht-parametrische Testverfahren, wie der Mann-Whitney-U-Test, Chi-Quadrat-Test oder die Spearman-Korrelation eingesetzt. Für die deskriptive Statistik wurde der Median, das Minimum, das Maximum und Interquartil-Bereich verwendet.

Die Inter- und Intraobservervariabilität der MRT-Messungen wurden mittels der Inter- bzw. Intraklassenkorrelation (ICC) berechnet. Die Reliabilität wurde bei einem ICC-Koeffizienten $\geq 0,70$ als akzeptabel, bei einem ICC-Koeffizienten $\geq 0,80$ als gut und bei einem ICC-Koeffizienten $\geq 0,90$ als exzellent bewertet [63].

Die anamnestischen, klinischen, sonografischen und MRT-Parameter wurden zwischen den Gruppen mit erfolgreicher vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio verglichen. Variablen mit einem signifikanten Unterschied wurden mittels einer univariaten Regressionsanalyse und bei signifikanten Ergebnissen weiter in einem multivariaten Regressionsmodell untersucht. Um die Vorhersagbarkeit des Modells zu bestimmen wurden Receiver-Operating-Characteristics (ROC) Analysen durchgeführt und die Area under the curve (AUC) ausgewertet.

Der Alpha-Fehler wurde für alle statistischen Tests auf 5 % ($p < 0,05$) festgelegt und 95 %-Konfidenzintervalle gebildet.

4 Ergebnisse

Insgesamt stellten sich 91 Erstgebärende im Untersuchungszeitraum zur Geburtsplanung bei BEL vor. Davon entschieden sich 29 Patientinnen für eine primäre Sectio und 62 Patientinnen für den Versuch einer vaginalen BEL-Geburt. In die Studie eingeschlossen wurden alle Patientinnen, die bei Geburtsbeginn eine spontane BEL angestrebt haben. Davon konnten 35/62 (56,5%) Patientinnen erfolgreich vaginal entbinden. Alle sekundären Sectiones 27/62 (43,5%) waren medizinisch indiziert. Keine vaginale Entbindung wurde auf Wunsch abgebrochen.

4.1 Anamnestische Daten

Tabelle 3 vergleicht die anamnestischen Daten der Patientinnen mit erfolgreicher vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio.

Tabelle 3: T-Test zum Vergleich der anamnestischen und klinischen Parameter bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio

| Anamnestische und klinische Parameter | Vaginale Entbindung | Sek. Sectio caesarea | p | T |
|--|---------------------|----------------------|--------------|-------|
| Maternales Alter bei Entbindung (Jahre) | 29 ± 3,5 | 30 ± 4 | 0,100 | -1,67 |
| Maternale Körpergröße (m) | 1,7 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 | 0,209 | 1,27 |
| Maternales Gewicht vor der Schwangerschaft (kg) | 64,1 ± 9,4 | 61,4 ± 7,4 | 0,223 | -1,23 |
| Maternaler Body-mass-Index vor der Schwangerschaft | 21,3 ± 2,3 | 22,7 ± 2,8 | 0,044 | -2,06 |
| Gestationsalter bei Entbindung (Wochen) | 40,1 ± 1 | 39,9 ± 1,2 | 0,641 | -0,68 |

Alle Parameter sind als Mittelwert ± Standardabweichung angegeben. Signifikante Unterschiede sind fett markiert.

Das mittlere Alter der Mutter betrug 29,7 ± 3,9 Jahre. Das mittlere Gestationsalter bei der Geburt betrug 39,7 ± 1,2 SSW.

Der BMI zu Beginn der Schwangerschaft war in der Gruppe der Patientinnen mit

sekundärer Sectio trotz des geringen Unterschieds signifikant höher als in der Gruppe mit vaginaler Entbindung ($p = 0,044$). Bei 19 von 62 (30,6 %) Patientinnen lag eine relevante Vorerkrankung vor (Tabelle 4).

Tabelle 4: Maternale Vorerkrankungen und schwangerschaftsassozierte Erkrankungen

| Erkrankungen der Mutter | Anzahl | Anteil (%) |
|--|---------------|-------------------|
| Uterusanomalie | 3 | 4,83 |
| Zervixinsuffizienz | 3 | 4,83 |
| Vorzeitige Wehen | 3 | 4,83 |
| Infektion mit gramnegativen β -Streptokokken | 3 | 4,83 |
| Gestationsdiabetes | 3 | 4,83 |
| Hashimoto Thyreoiditis | 1 | 1,61 |
| Arterielle Hypertonie | 1 | 1,61 |
| Adipositas | 1 | 1,61 |
| Gestationsassozierte Hepatitis | 1 | 1,61 |
| Insgesamt | 19 | 30,60 |

Insgesamt traten in drei Fällen Uterus-Anomalien auf, darunter zwei Patientinnen (3,2 %) mit einem Uterus Duplex und eine Patientin (1,6 %) mit einem Uterus bicornis. Keiner der Feten litt an einer vordiagnostizierten Fehlbildung oder Erkrankung.

4.2 Bildgebung für die pränatale Selektion

Die initiale Sonografie zur Geburtsplanung erfolgte in der $36,5 \pm 0,9$ SSW. Die MRT-Untersuchung wurde im Mittel in der $36,6 \pm 0,8$ SSW durchgeführt. Die Kontrollsonografie am Termin bzw. bei Geburtsbeginn erfolgte in der $39,6 \pm 1,2$ SSW.

4.2.1 Sonografie bei der Geburtsplanung (1. Sonografie)

Tabelle 5 vergleicht die Messwerte der initialen Fetometrie in der $36,54 \pm 0,9$ SSW bei Patientinnen mit erfolgreicher vaginaler Entbindung und mit sekundärer Sectio.

Tabelle 5: T-Test zum Vergleich der initialen sonografischen Fetometrie nach Merz [56] bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung vs. sekundärer Sectio

| Sonografische Parameter | Vaginale Entbindung | Sek. Sectio caesarea | p | T |
|---|---------------------|----------------------|--------------|-------|
| Gestationsalter (Wochen) | $36,44 \pm 1$ | $36,67 \pm 0,7$ | 0,317 | -1 |
| BPD – Biparietaler Durchmesser (mm) | 89 ± 4 | 91 ± 5 | 0,131 | -1,53 |
| OFD – Okzipito-frontaler Durchmesser (mm) | 114 ± 7 | 117 ± 7 | 0,115 | -1,6 |
| Kopfumfang (mm) | 318 ± 19 | 328 ± 17 | 0,950 | 0,06 |
| Abdomenumfang (mm) | 296 ± 19 | 307 ± 14 | 0,014 | -2,54 |
| Femurlänge (mm) | 67 ± 4 | 69 ± 3 | 0,103 | 1,7 |
| Schätzwicht (g) | 2573 ± 353 | 2781 ± 278 | 0,015 | -2,5 |

Alle Parameter sind mit Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Signifikante Unterschiede sind fett markiert.

Zwischen beiden Gruppen bestand ein geringer, statistisch aber signifikanter Unterschied für die Parameter Abdomenumfang (mittlere Differenz 11 ± 5 mm) und fetales Schätzwicht (mittlere Differenz 208 ± 75 g). In der vorliegenden Stichprobe waren die Verhältnisse von KU und AU der Feten in beiden Geburtsmodi-Gruppen annähernd gleich groß mit einer mittleren Differenz von $21,95 \pm 27$ mm in der vaginalen Entbindungsgruppe und einer mittleren Differenz von $10,38 \pm 64$ mm in der Sectio Gruppe ($p = 0,344$; $T = 0,955$).

4.2.2 Sonografie vor der Entbindung (2. Sonografie)

Die Ergebnisse der Fetometrie am Geburtstermin in der $39,6 \pm 1,2$ SSW unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen (Tabelle 6).

Tabelle 6: T-Test zum Vergleich der Kontroll-Fetometrie vor der Entbindung nach Merz [56] bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung vs. sekundärer Sectio

| Sonografische Parameter | Vaginale Entbindung | Sectio caesarea | p | T |
|---|----------------------------|------------------------|----------|----------|
| Gestationsalter (Wochen) | $39,68 \pm 1,3$ | $39,57 \pm 1$ | 0,726 | 0,4 |
| BPD – Biparietaler Durchmesser (mm) | 94 ± 5 | 95 ± 5 | 0,290 | -1,1 |
| OFD – Okzipito-frontaler Durchmesser (mm) | 120 ± 7 | 120 ± 5 | 0,837 | -0,2 |
| Kopfumfang (mm) | 337 ± 15 | 339 ± 12 | 0,594 | -0,5 |
| Abdomenumfang (mm) | 319 ± 20 | 324 ± 20 | 0,332 | -1 |
| Femurlänge (mm) | 73 ± 4 | 73 ± 3 | 0,730 | -0,35 |
| Schätzwert (g) | 3157 ± 424 | 3297 ± 329 | 0,172 | -1,4 |

Alle Parameter sind mit Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben.

In der vorliegenden Stichprobe waren die Verhältnisse von KU und AU in beiden Geburtsmodi-Gruppen annähernd gleich groß mit einer mittleren Differenz von $17,74 \pm 19$ mm in der vaginalen Entbindungsgruppe und einer mittleren Differenz von $15,06 \pm 20$ mm in der Sectio Gruppe ($p = 0,607$; $T = 0,518$).

4.3 Vergleich der Methoden zur Schätzung des Kindsgewichtes

Tabelle 7 stellt die mittels der Hadlock 3-Formel, der Hadlock 4- Formel und der Formel nach Merz ermittelten fetalen Schätzwerte aus der terminnahen Fetometrie in der $39,6 \pm 1,2$ SSW im Vergleich zum tatsächlichen Geburtsgewicht dar [56, 58].

Tabelle 7: Vergleich der mittels verschiedener Formeln ermittelten Schätzwerte mit dem

tatsächlichen Geburtsgewicht

| | Minimum | Maximum | Mittelwert ± Standardabweichung |
|-------------------------------|----------------|----------------|--|
| Schätzwert Hadlock 3 (g) [58] | 2288 | 3946 | 3088 ± 407 |
| Schätzwert Hadlock 4 (g) [58] | 2266 | 3903 | 3073 ± 406 |
| Schätzwert Merz (g) [56] | 2460 | 3956 | 3252 ± 364 |
| Geburtsgewicht (g) | 2255 | 4330 | 3287 ± 431 |

Die mittlere Differenz zum Geburtsgewicht war für das Schätzwert nach Merz am geringsten und statistisch nicht signifikant verschieden ($p = 0,152$). Die fetalen Schätzwerte nach Hadlock 3 (mittlere Abweichung = -222,897 g; $t = 5,27$; $p < 0,001$) und Hadlock 4 (mittlere Abweichung = -233,5 g; $t = 5,55$; $p < 0,001$) unterschieden sich dagegen signifikant vom Geburtsgewicht.

4.4 MRT-Parameter

Die MRT erfolgte in der $36,6 \pm 0,8$ SSW. Die Interobserver-Variabilitäten für die in der MRT bestimmten Strecken und Winkel sind in Tabelle 8 dargestellt. In den meisten Fällen sind die Übereinstimmungen als sehr gut zu bewerten ($ICC > 0,9$).

Tabelle 8: Interobserver-Variabilitäten (Intraklassenkorrelation, ICC) für die Parameter der MRT-Pelvimetrie

| MRT-Parameter | ICC | Mittelwert \pm Standard-abweichung |
|--|------------|--|
| CV: Conjugata vera (cm) | 0,96 | $13,2 \pm 0,8$ |
| PW: pelvic width (Beckenweite) (cm) | 0,98 | $13,6 \pm 1$ |
| SOD: sagittal outlet diameter (Beckenenge) (cm) | 0,98 | $11,5 \pm 1$ |
| CPO: coccygeal pelvic outlet (Beckenausgang) (cm) | 0,88 | $8,4 \pm 1$ |
| ISD: interspineous diameter (cm) | 0,94 | $11 \pm 0,9$ |
| ITD: intertuberous diameter (cm) | 0,94 | $13,8 \pm 1,2$ |
| PIA: pelvic inlet angle ($^{\circ}$) | 0,92 | $144,6 \pm 11,7$ |
| PAA: pelvic outlet angle ($^{\circ}$) | 0,91 | $89,7 \pm 11,8$ |
| PI: pelvic inclination ($^{\circ}$) | 0,98 | $62,4 \pm 6,3$ |

Die Intraobserver-Variabilitäten für die in der MRT bestimmten Strecken und Winkel sind in Tabelle 9 dargestellt. Auch hier zeigten sich meist gute ($ICC > 0,8$: SOD, CPO, ITD) bis sehr gute Übereinstimmungen ($ICC > 0,9$: CV, PW, ISD, PIA, PAA, PI).

Tabelle 9: Intraobserver-Variabilität (Intraklassenkorrelation, ICC) für die Parameter der MRT-Pelvimetrie

| MRT-Parameter | ICC | Mittelwert ± Standard- abweichung |
|--|------------|--|
| CV: Conjugata vera (cm) | 0,96 | 13,2 ± 0,7 |
| PW: pelvic width (Beckenweite) (cm) | 0,98 | 13,6 ± 1 |
| SOD: sagittal outlet diameter (Beckenenge) (cm) | 0,88 | 11,5 ± 1 |
| CPO: coccygeal pelvic outlet (Beckenausgang) (cm) | 0,82 | 8,4 ± 1 |
| ISD: interspineous diameter (cm) | 0,95 | 11 ± 0,9 |
| ITD: intertuberous diameter (cm) | 0,86 | 13,9 ± 1,2 |
| PIA: pelvic inlet angle (°) | 0,93 | 143,9 ± 11,6 |
| PAA: pelvic outlet angle (°) | 0,90 | 90,4 ± 11,1 |
| PI: pelvic inclination (°) | 0,90 | 63 ± 6,2 |

4.4.1 MRT-Abstände

In Tabelle 10 werden die in der MRT bestimmten Abstände und Durchmesser in der Gruppe mit erfolgreicher vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio verglichen.

Tabelle 10: T-Test zum Vergleich der MRT-Durchmesser bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung vs. sekundärer Sectio

| MRT-Parameter (Abstände / Durchmesser) | Vaginale Entbindung | Sek. Sectio caesarea | p | T |
|---|--------------------------------|---------------------------------|--------------|----------|
| CV: Conjugata vera (cm) | 13,3 ± 0,8 | 13,1 ± 0,7 | 0,260 | 1,1 |
| PW: pelvic width (Beckenweite) (cm) | 13,9 ± 1 | 13,3 ± 0,9 | 0,041 | 2,1 |
| SOD: sagittal outlet diameter (Beckenenge) (cm) | 11,6 ± 1 | 11,4 ± 0,9 | 0,452 | 0,8 |
| CPO: coccygeal pelvic outlet (Beckenausgang) (cm) | 8,4 ± 0,9 | 8,5 ± 0,9 | 0,896 | -0,1 |
| ISD: interspineous diameter (cm) | 11,3 ± 0,7 | 10,5 ± 0,9 | 0,000 | 3,8 |
| ITD: intertuberous diameter (cm) | 14,1 ± 1 | 13,5 ± 1,1 | 0,033 | 2,2 |

Alle Parameter sind mit Mittelwert ± Standardabweichung angegeben. Signifikante Unterschiede sind fett markiert.

Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen war nur für die Parameter PW, ISD und ITD zu beobachten (Tabelle 10). Die Parameter waren bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung signifikant größer als bei Patienten mit einer sekundären Sectio. Die mittlere Differenz betrug $0,5 \pm 0,1$ cm für die PW, $0,8 \pm 0,2$ cm für den ISD und $0,6 \pm 0,1$ cm für den ITD.

Der über alle Patientinnen gemittelte ISD betrug $10,9 \pm 0,9$ cm und der mittlere ITD $13,8 \pm 1,1$ cm. Die vaginale Entbindung bei einer von 62 (1,6 %) Patientinnen mit einer grenzwertigen CV $< 12,0$ cm war erfolgreich. Frauen mit einer CV $\geq 12,0$ cm entbanden in 34/61 (56 %) Fällen vaginal und in 27/61 (44 %) Fällen durch eine sekundäre Sectio.

4.4.2 MRT-Winkel

Wie Tabelle 11 zeigt bestanden zwischen der Gruppe mit vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio keine Unterschiede bei den mittels MRT bestimmten Winkeln.

Tabelle 11: T-Test zum Vergleich der Winkel bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung vs. sekundärer Sectio

| MRT-Parameter (Winkel) | Vaginale Entbindung | Sectio caesarea | p | T |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------|----------|
| PIA: pelvic inlet angle (°) | 92 ± 10,1 | 87,4 ± 9,8 | 0,104 | -1 |
| PAA: pelvic outlet angle (°) | 142,5 ± 12,1 | 145,6 ± 10,4 | 0,308 | 1,7 |
| PI: pelvic inclination (°) | 62,5 ± 6,1 | 62,1 ± 6,5 | 0,779 | 0,3 |

Alle Parameter sind mit Mittelwert ± Standardabweichung angegeben.

4.4.3 Korrelationen der MRT-Parameter

Die Korrelationen der MRT-Strecken und MRT-Winkel sind in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Korrelationen der MRT-Strecken und Winkel

| | CV (cm) | PW (cm) | SOD (cm) | CPO (cm) | ISD (cm) | ITD (cm) | PIA (°) | PAA (°) | PI (°) |
|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| CV (cm) | | < 0,001 | < 0,001 | 0,019 | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| PW (cm) | < 0,001 | | < 0,001 | < 0,001 | n.s. | n.s. | < 0,001 | < 0,001 | < 0,001 |
| SOD (cm) | < 0,001 | < 0,001 | | < 0,001 | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| CPO (cm) | 0,019 | < 0,001 | < 0,001 | | n.s. | n.s. | < 0,001 | 0,01 | < 0,001 |
| ISD (cm) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | | < 0,001 | n.s. | n.s. | n.s. |
| ITD (cm) | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | < 0,001 | | n.s. | n.s. | n.s. |
| PIA (°) | n.s. | < 0,001 | n.s. | < 0,001 | n.s. | n.s. | | < 0,001 | < 0,001 |
| PAA (°) | n.s. | < 0,001 | n.s. | 0,01 | n.s. | n.s. | < 0,001 | | < 0,001 |
| PI (°) | n.s. | < 0,001 | n.s. | < 0,001 | n.s. | n.s. | < 0,001 | < 0,001 | |

Cm=Centimeter, CV=Conjugata vera, PW=pelvic width, SOD=sagittal outlet diameter, CPO=coccygeal pelvic outlet, ISD=interspinous diameter, ITD=intertuberous diameter, PIA=pelvic inlet angle, PAA=pelvic outlet angle, PI=pelvic inclination

4.4.4 Logistische Regressionsanalyse

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse der univariaten und multivariaten Regressionsanalyse der klinischen, sonografischen und MRT-Parameter, die aufgrund ihrer signifikanten Unterschiede bei Patientinnen mit vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio als potenzielle Einflussfaktoren auf den Geburtsmodus überprüft wurden. Im multivariaten Regressionsmodell wurden ausschließlich die Parameter mit einer Signifikanz in der univariaten Regressionsanalyse weiter berücksichtigt.

Tabelle 13: Univariate und multivariate logistische Regressionsanalyse zur Ermittlung von Einflussfaktoren auf den Erfolg bei einer geplanten vaginalen Entbindung bei Beckenendlage

| Unabhängige Variablen | Univariat P; Exp(B) [95 %-CI] | Multivariat p; Exp(B) [95 %-CI] |
|--|--|--|
| PW: pelvic width (Beckenweite) (cm) | 0,047; 0,548 [0,303–0,992] | 0,075; 0,530 [0,263–1,076] |
| ITD: intertuberous diameter (cm) | 0,039; 0,576 [0,341–0,972] | 0,537; 1,296 [0,569–2,955] |
| ISD: interspinous diameter (cm) | 0,002; 0,260 [0,110–0,616] | 0,013; 0,195 [0,053–0,711] |

Die Ergebnisse sind mit p-Wert, Expo(B) [95 % Konfidenzintervall (CI)] angegeben. Statistisch signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt.

4.4.5 Interspinaler Abstand (engl. interspineous diameter, ISD)

Die meisten vaginalen Entbindungen waren bei den Patientinnen mit einem ISD > 11,5 cm zu beobachten. Patientinnen mit einem sehr großen ISD (>12 cm) haben alle vaginal entbunden. Die Rate der sekundären Sectios wurde mit steigendem ISD kleiner.

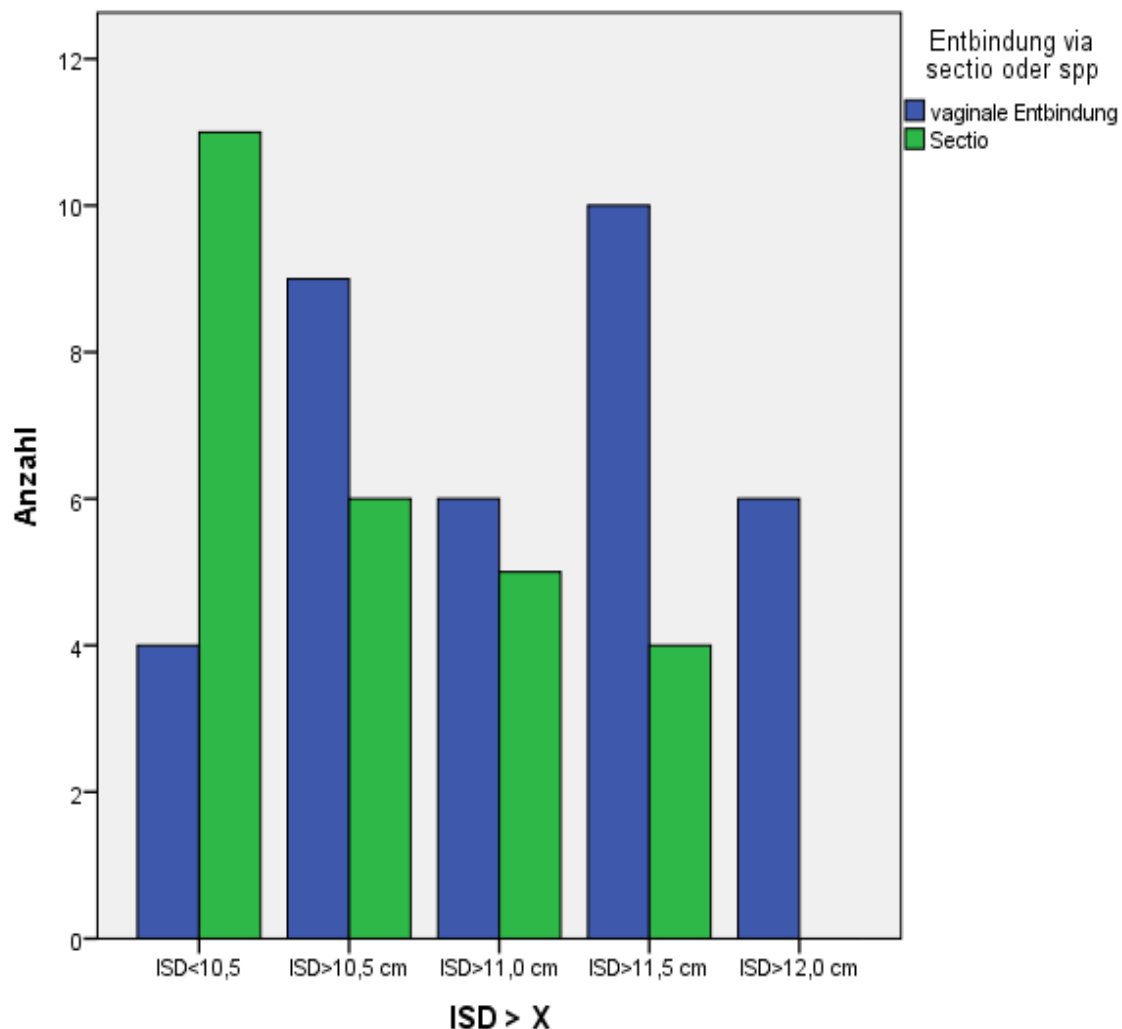


Abbildung 9: Vergleich der vaginalen Entbindungen (blaue Säulen) und sekundären Sectios (grüne Säulen) in Bezug auf die Größe des ISD

In der univariaten Regressionsanalyse hatten die Strecken PW, der ITD und der ISD einen signifikanten Einfluss auf den Geburtsmodus. Dagegen zeigte sich in der multivariaten Regressionsanalyse als einziger MRT-Parameter der ISD als signifikanter Einflussfaktor auf den Geburtsmodus ($p=0,002$ (95% CI 0.112 - 0.602))

mit der Regressionsgleichung $y = 14,483 - 1,349 \cdot ISD$ (Abbildung 10). Alle übrigen betrachteten Parameter zeigten keine statistische Signifikanz. Für den ISD wurde eine ROC-Analyse durchgeführt. Diese zeigt, dass der Effekt des ISD auf den Erfolg der vaginalen Geburt signifikant ist mit einer AUC = 0,74 (Abbildung 10).

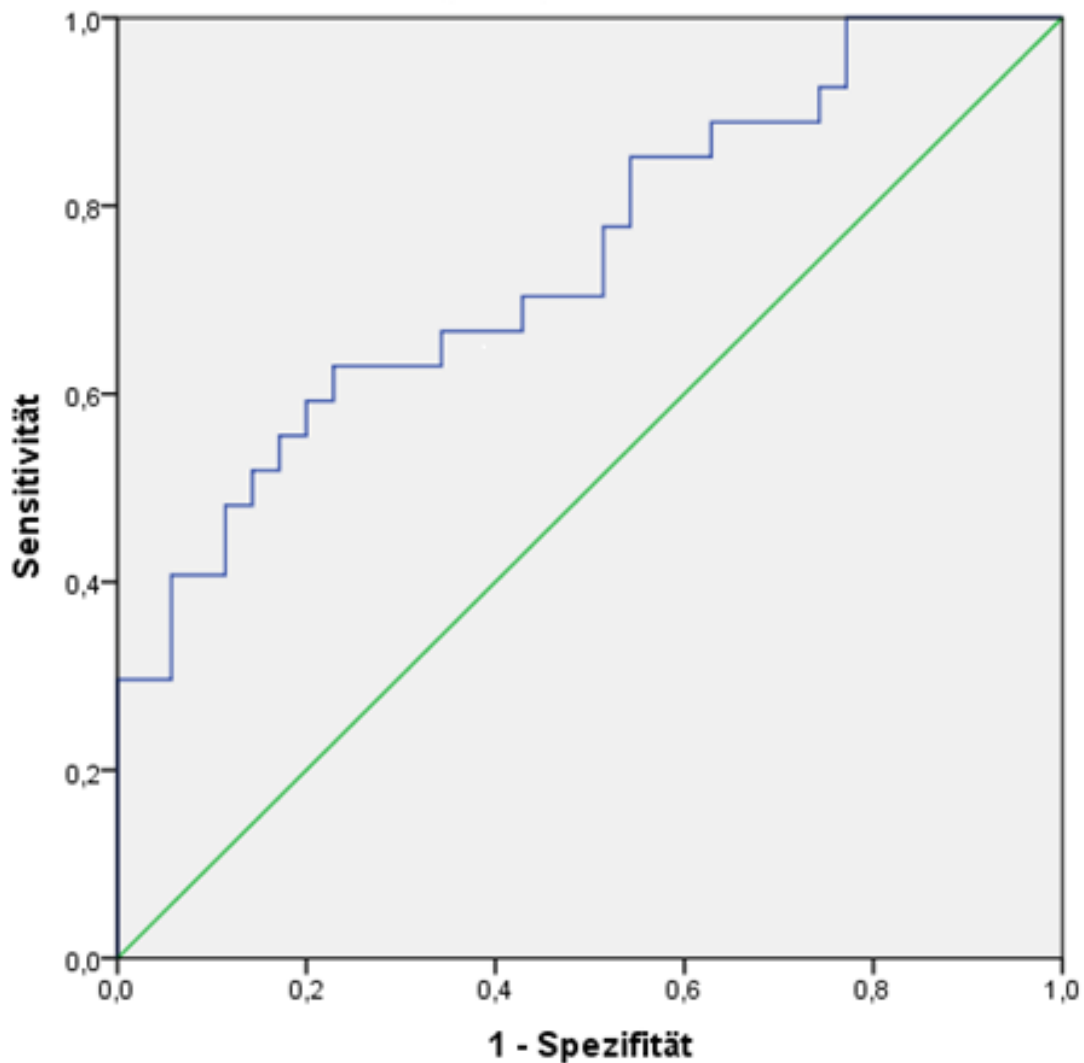


Abbildung 10: ROC-Analyse in die Berechnung sind nur die stärksten unabhängigen Einfluss Faktoren eingegangen (ISD). Die ROC Analyse zeigt den signifikanten Effekt des ISD auf den Geburtsmodus vaginale Entbindung. Die AUC war 74,3 %, $p = 0,002$ (95% CI 0.112 - 0.602), mit der Regressionsgleichung $y = 14,483 - 1,349 \cdot ISD$.

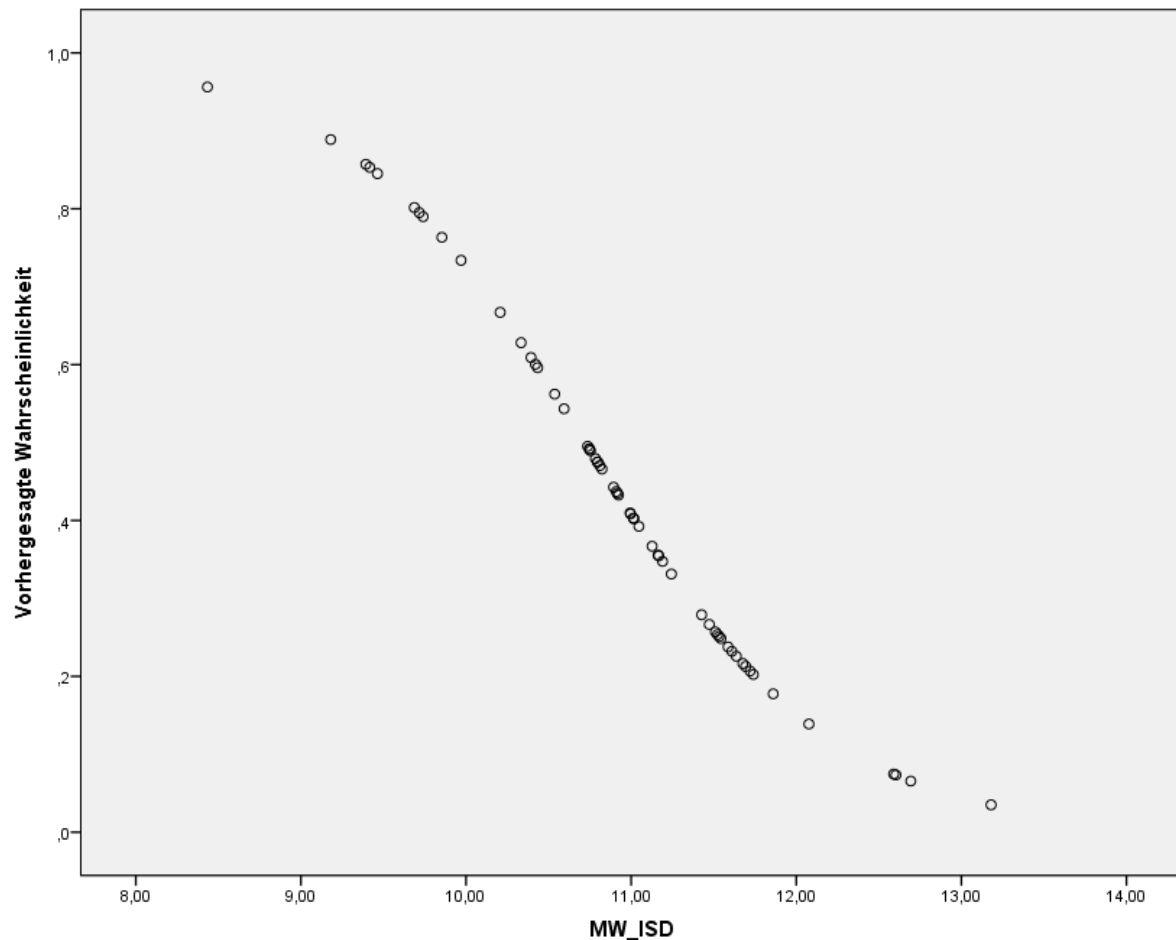


Abbildung 11: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit für die Notwendigkeit einer Sectio anhand des interspinalen Abstands (engl. interspineous diameter ISD).

4.5 Outcome der Geburt

Der Geburtsbeginn war in beiden Gruppen signifikant häufiger spontan als medikamentös eingeleitet (vaginal: spontan 74,3 % vs. eingeleitet 25,7 %, $\chi = 8,26$, $p = 0,004$; sekundäre Sectio: spontan 85,2 % vs. eingeleitet 14,8 %, ($\chi = 13,37$, $p < 0,001$)). Die Art des Geburtsbeginns unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Gruppen (Chi Quadrat = 1,093^a; $df = 1$; $p = 0,296$).

Bei 35/62 (56 %) Patientinnen war die geplante vaginale Entbindung erfolgreich. In 27/62 (44 %) Fällen war eine sekundäre Sectio aufgrund von intrapartalen Komplikationen notwendig. Dazu zählten in 2/27 (7 %) Fällen ein Geburtsstillstand in der Eröffnungsperiode, in 17/27 Fällen (63 %) ein Geburtsstillstand in der Austreibungsperiode, in 6/27 (22 %) Fällen ein pathologisches CTG und in 2/27 (7 %) Fällen ein Nabelschnurvorfal.

Von den 35 vaginalen Entbindungen waren 15 (43 %) spontan möglich und 20 (57 %) vaginal assistiert. In 5/20 Fällen (25 %) wurde eine Manualhilfe nach Bracht, in 1/20 Fällen (5 %) eine klassische Armlösung und in 4/20 Fällen (20 %) eine Manualhilfe nach Veit Smellie durchgeführt. Zur Art der Assistenz der übrigen 10/20 (50 %) Geburten lagen keine Daten vor.

4.6 Neonatales Outcome

4.6.1 Vaginale Geburt und Sekundäre Sectio

In Tabelle 13 werden die klinischen neonatalen Outcome-Parameter von Kindern nach einer vaginalen Geburt und nach sekundärer Sectio verglichen.

Tabelle 13: T-Test zum Vergleich der Charakteristika von Neugeborenen mit vaginaler Geburt und Sectio caesarea

| Klinische Parameter | vaginale Geburt | Sek. Sectio caesarea | p | T |
|------------------------------------|-----------------|----------------------|--------------|-------|
| Geschlecht: männlich / weiblich | 14/21 | 13/14 | 0,529 | 0,63 |
| Kopfumfang (mm) | 348,4 ± 13,7 | 355,5 ± 14,8 | 0,127 | -1,55 |
| Körperlänge bei Geburt (cm) | 48,8 ± 2,1 | 49,7 ± 2,5 | 0,190 | -1,33 |
| Körpergewicht bei Geburt (g) | 3231,1 ± 386,8 | 3387,9 ± 439,8 | 0,053 | -1,98 |
| pH-Wert | 7,18 ± 0,1 | 7,24 ± 0,1 | 0,159 | -1,43 |
| Base excess | -6,93 ± 3,8 | -4,9 ± 4,8 | 0,014 | -2,54 |
| APGAR 1 (1 Minute) | 8 [1/10; 2] | 8 [1/9; 1] | 0,953 | 0,06 |
| APGAR 2 (5 Minuten) | 9 [2/10; 2] | 9 [6/10; 2] | 0,612 | 0,51 |
| APGAR 3 (10 Minuten) | 10 [6/10; 1] | 10[7/10; 1] | 0,386 | 0,87 |

Soweit nicht anders angegeben sind Mittelwert ± Standardabweichung angegeben. Der APGAR-Wert wird durch den Median [Minimum/Maximum; Interquartilbereich]) beschrieben.

Der Kopfumfang (mittlere Differenz 7,1 ± 2,0 mm; p = 0,127; T = -1,55), die Körperlänge (mittlere Differenz 0,9 ± 0,3 cm; p = 0,190; T = -1,33) und das Geburtsgewicht (mittlere Differenz 156,8 ± 55,6 g; p = 0,053; T = -1,98) der Neugeborenen unterschieden sich geringfügig, aber nicht signifikant zwischen der Gruppe mit vaginaler Geburt und sekundärer Sectio (Tabelle 13).

Auch der pH-Wert der Nabelschnur war nicht signifikant unterschiedlich (vaginale Geburt: pH = 7,02–7,42 vs. sekundäre Sectio: pH = 7,08–7,37; mittlere Differenz $0,06 \pm 0,01$; $p < 0,001$; $T = -1,43$). Der Base Excess war statistisch signifikant schlechter in der Gruppe der vaginal entbundenen Neonaten (vaginale Geburt: $-14 - 0,7$ vs. sekundäre Sectio $-11,9 - 1,3$; mittlere Differenz $1,9 \pm 0,6$; $p = 0,014$; $T = -2,54$). Die 1-Minuten- (APGAR 1; $p = 0,953$; $T = 0,06$), 5-Minuten- (APGAR 2; $p = 0,612$, $T = 0,51$) und 10-Minuten-Apgar-Werte (APGAR 3; $p = 0,386$; $T = 0,87$) (Tabelle 13), sowie die Notwendigkeit einer intensivmedizinischen Betreuung des Neugeborenen (vaginale Geburt $n = 3$ vs. sekundäre Sectio $n = 6$, $p = 0,130$; $\chi^2 = 2,289$; $df = 1$) waren nicht signifikant verschieden in den Gruppen.

4.6.2 Gutes und schlechtes neonatales Outcome

Der Großteil (60/62; 97 %) der Neugeborenen hatte nach 10 Minuten APGAR-Werte von 8–10 Punkten. 7 von 62 (11,3 %) Neugeborenen zeigten mit einem 1-Minuten-APGAR-Wert ≤ 5 ein schlechtes frühes neonatales Outcome. Der 5-Minuten-APGAR-Wert lag in 7 Fällen ≤ 7 und der 10-Minuten-APGAR-Wert in 2 Fällen < 8 . Totgeburten traten nicht auf; die peripartale Mortalität lag bei 0 %.

Sowohl der pH-Wert als auch der Base Excess des arteriellen Nabelschnurblutes waren bei Neugeborenen mit einem schlechten Outcome (pH = $7,19 \pm 0,1$; Base Excess = $-7,7 \pm 3,2$ mmol/l) im Vergleich zu Neugeborenen mit einem adäquaten frühen Geburtsoutcome (pH = $7,22 \pm 0,1$; Base Excess = $-5,36 \pm 3,5$ mmol/l) nicht signifikant schlechter (pH: $p = 0,3$; $T = -1,03$; Base Excess: $p = 0,07$; $T = -1,86$).

Der Geburtsmodus (vaginale Geburt: gutes vs. schlechtes Outcome – 30 vs. 5 Fälle, sekundäre Sectio: gutes vs. schlechtes Outcome – 23 vs. 4 Fälle, $p = 0,953$, $\chi = 0,003$), die Gesamtdauer der Geburt (gutes Outcome: 7 h 35 min vs. schlechtes Outcome: 5 h 37 min, $p = 0,124$; $T = -1,53$) sowie die Dauer der Austreibungsperiode (gutes Outcome: 37 min vs. schlechtes Outcome 58 min, $p = 0,067$; $T = -1,76$) unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant bei der Gruppe der Neugeborenen mit adäquatem und schlechtem Outcome.

4.6.3 Einfluss der maternalen Parameter

Als adäquates neonatales Outcome galt ein 1-Minuten-APGAR-Wert > 5 und ein 5-Minuten-APGAR-Wert > 7 . Bei einem 1-Minuten-APGAR-Wert ≤ 5 und einem 5-Minuten-APGAR-Wert ≤ 7 wurde das Outcome als schlecht bewertet.

Die mütterliche Körpergröße ($p = 0,845$), das maternale Alter bei der Geburt ($p = 0,976$) und der BMI ($p = 0,460$) zeigten keine signifikanten Unterschiede in den Gruppen mit gutem und schlechtem frühen neonatalen Outcome.

Auch die erhobenen Beckenmaße waren in den Gruppen mit adäquatem und schlechtem frühen neonatalen Outcome nicht signifikant unterschiedlich (Tabelle 14).

Tabelle 14: T-Test der MRT-Parameter der Mütter von Neugeborenen mit gutem vs. schlechtem frühen Outcome

| Strecken | gutes frühes | schlechtes frühes | p | T |
|--|--------------------|--------------------|-------|--------|
| | neonatales Outcome | neonatales Outcome | | |
| CV: Conjugata vera (cm) | 13,2 \pm 0,8 | 13,2 \pm 0,6 | 0,852 | - 0,19 |
| PW: pelvic width (Beckenweite) (cm) | 13,6 \pm 1 | 13,6 \pm 0,9 | 0,991 | -0,11 |
| SOD: sagittal outlet diameter (Beckenenge) (cm) | 11,5 \pm 1 | 11,5 \pm 0,9 | 0,717 | -0,36 |
| CPO: coccygeal pelvic outlet (Beckenausgang) (cm) | 8,4 \pm 0,9 | 8,7 \pm 1 | 0,686 | 0,41 |
| ISD: interspineous diameter (cm) | 14 \pm 1,1 | 13,3 \pm 0,8 | 0,253 | -1,15 |
| ITD: intertuberous diameter (cm) | 11,0 \pm 1 | 10,7 \pm 0,6 | 0,146 | -1,48 |
| PIA: pelvic inlet angle (°) | 62,2 \pm 6,5 | 62,9 \pm 5,1 | 0,568 | 0,57 |
| PAA: pelvic outlet angle (°) | 89,8 \pm 10,9 | 90,1 \pm 9,3 | 0,915 | 0,11 |
| PI: pelvic inclination (°) | 143,4 \pm 12 | 147,1 \pm 6,9 | 0,818 | -0,23 |

Alle Parameter sind als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben.

4.6.4 Neonatale Parameter

Die neonatalen Parameter Körperlänge, Geburtsgewicht und Kopfumfang des Neugeborenen wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Outcome-Gruppen auf (Tabelle 15).

Tabelle 15: Vergleich der Charakteristika von Neugeborenen mit gutem vs. schlechtem frühem Outcome

| Klinische Parameter | Gutes frühes neonatales Outcome n = 55 | Schlechtes frühes neonatales Outcome n = 7 | p | T |
|--------------------------------|---|---|----------|----------|
| Kopfumfang (mm) | 351,3 ± 16,4 | 347,2 ± 10,6 | 0,353 | -0,94 |
| Körperlänge bei Geburt (cm) | 49,1 ± 2,4 | 49,7 ± 3 | 0,541 | 0,61 |
| Geburtsgewicht (g) | 3328,5 ± 435,2 | 3048,8 ± 329,1 | 0,511 | -1,76 |
| pH-Wert | 7,22 ± 0,1 | 7,2 ± 0,1 | 0,069 | -0,79 |
| Base Excess | -5,36 ± 3,5 | -7,7 ± 3,2 | 0,083 | -1,76 |

Alle Parameter sind mit Mittelwert ± Standardabweichung angegeben.

5 Diskussion

In der klinischen Praxis ist die MRT-Pelvimetrie zur Präselektion von Erstgebärenden, die bei BEL eine vaginale Geburt planen, fest etabliert. Es werden allerdings Grenzwerte genutzt, die noch mit konventioneller Röntgen-Bildgebung generiert wurden [35–41] und zum Teil erheblich variieren (siehe Kap. 1.6.1.) [35–41]. Darüber hinaus ist das prognostische Potenzial der mit MRT-Pelvimetrie erhobenen Beckenparameter auf den Geburtsverlauf bis heute nicht ausreichend validiert. Hier setzt die vorliegende Studie an. Im Rahmen einer retrospektiven Analyse wurden bei 62 erstgebärenden Patientinnen mit geplantem Spontanpartus bei BEL untersucht, inwiefern die Beckenparameter CV, PW, SOD, CPO, ISD, ITD, PIA, PAA, PI geeignet sind, um den Geburtsverlauf – vaginale Geburt vs. sekundäre Sectio – vorherzusagen. Dabei erwies sich lediglich der ISD als signifikanter prognostischer Faktor für eine erfolgreiche vaginale Geburt.

5.1 Prognostischer Stellenwert der MRT-Pelvimetrie bei BEL

5.1.1 Prognostische Rolle der CV

In der vorliegenden Studie an vorselektierten Patientinnen mit einer $CV \geq 12$ cm hatte weder die Länge der CV noch das fetale Gewicht einen signifikanten Einfluss auf den Geburtsmodus. Die CV gilt als wichtigster MRT-Parameter zur Einschätzung der Beckenverhältnisse bei einer geplanten vaginalen Geburt aus BEL. Anhand der CV und des prognostizierten Kindsgewichtes wird die feto-maternale Proportion abgeschätzt, wobei die Grenzwerte für die CV zwischen 11,3 cm [48] und 12,2 cm [37, 42, 47, 48, 64, 65] variieren. Die Stichprobe der vorliegenden Studie war gemäß den Richtlinien der Uniklinik Leipzig an einer $CV \geq 12$ cm vorselektiert und für eine vaginale Geburt empfohlen worden.

Aktuelle MRT-Studien zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche vaginale Entbindung steigt, umso größer die CV ist [66–68]. Aus diesem Befund lässt sich ableiten, dass auch in einer vorselektierten Stichprobe der Zusammenhang zwischen CV-Länge und der Wahrscheinlichkeit für eine vaginale Geburt zu finden sein

müsste. Dies ist aber nicht der Fall. Obwohl die CV-Längen zwischen 12 cm und 15,5 cm variieren, sind sie nicht geeignet um den Geburtsmodus vorherzusagen. Die CV scheint also ab einem Wert von ≥ 12 cm an prognostischer Validität zu verlieren. Es stellt sich die Frage, ob andere Beckenparameter, wie der ISD, herangezogen werden können, um bei Frauen mit großer CV die Prognose des Geburtsausgangs noch weiter zu verbessern.

5.1.2 Prognostische Rolle des ISD

In der vorliegenden Studie mit Patientinnen, welche nach einer CV ≥ 12 cm vorselektiert waren, war der ISD der einzige Beckenparameter, der sowohl in einer univariaten als auch in der multivariaten logistischen Regressionsanalyse den Geburtsmodus bei BEL vorhersagen konnte.

Die Erfolgsrate für eine vaginale Entbindung bei einem ISD $\geq 11,35$ cm beträgt in der vorliegenden Stichprobe 70 % und liegt damit deutlich höher als die mit herkömmlichen verwendeten Referenzwerten CV erzielten Erfolgsraten von 56,5 %. In der Literatur werden für den ISD für eine erfolgreiche vaginale Geburt Grenzwerte zwischen 10,3 cm [48] und 11,6 cm [47] angegeben.

Aufgrund seines Vorhersagewertes sollte der ISD in die Selektion der Patientinnen für eine geplante vaginale Geburt bei BEL einbezogen werden. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass der Erfolg einer vaginalen Entbindung nicht von einem einzelnen Parameter abhängt, sondern als multifaktorielles Geschehen betrachtet werden muss. Käme der ISD als einziger Parameter bei der pränatalen Selektion zum Einsatz, würden viele der Patientinnen mit einem ISD $< 11,35$ cm eine unnötige primäre Sectio erhalten. Aus diesem Grund ist eine Selektion allein auf der Basis des ISD nicht zu empfehlen. Der hohe prädiktive Wert und die guten Erfolgsraten bei Patientinnen mit einem ISD $\geq 11,35$ cm rechtfertigen aber die Verwendung des ISD als zusätzlichen Orientierungsparameter für die Festlegung des Geburtsmodus.

Der Bereich der unteren Mittelebene des Beckens stellt aufgrund der eng liegenden Abstände ein kritisches Hindernis dar, welches bei einer vaginalen BEL Geburt überwunden werden muss. Deshalb sollten die Abstände, die die Dimensionen dieser Ebene abbilden, wie der ISD und der ITD in die klinische Einschätzung der Möglichkeit einer geplanten vaginalen Beckenendlagegeburt mit einfließen. Neuere MRT-Studien

bei nicht schwangeren Frauen konnten zeigen, dass sich die CV-, ISD- und ITD-Maße in Abhängigkeit von der Körperposition ändern. Während sich die Länge des ISD und des ITD in der knieenden Position im Vergleich zur Rückenlage verlängern, verkürzt sich überraschenderweise die Länge der CV [62, 69]. Zunutze gemacht wird sich dieser Sachverhalt in der Klinik, indem die Patientin für die Austreibungsphase in den Vierfüßlerstand und damit in eine kniende Position gebracht werden. Durch dieses Manöver wird nach oben genannten Studien eine Erweiterung der Mittelebene des Beckens erreicht und damit die Geburt des Schädels erleichtert. Bei BEL Entbindung ist diese Dehnung sehr wichtig, da der Schädel den größten Umfang des Feten darstellt und dieser bei Eintritt in das Becken die Nabelschnur komprimiert. Eine lange Asphyxie des Feten kann durch eine rechtzeitige Passage des kindlichen Köpfchens vermieden werden.

Für den Erfolg einer vaginalen Geburt aus BEL spielen sowohl Abstände des Beckeneingangs, wie die CV als auch Abstände der Mittelebene, wie der ISD eine Rolle.

5.1.3 Weitere MRT-Parameter mit potenzieller prognostischer Relevanz

Neben der CV wurden im sagittalen Schnitt auch die Abstände CPO und SOD untersucht. Beide bilden ebenfalls Abstände der Beckenmitte ab. Im Vergleich zum ISD scheinen Sie nach vorliegenden Daten keine Rolle bei der Wahl des Geburtsmodus zu spielen, da diese sich nicht zwischen den Gruppen vaginale Entbindung und sekundäre Sectio unterschieden. Der Grund dafür kann die vorausgewählte Conjugata vera von ≥ 12 cm sein, welche sich ebenfalls nicht zwischen den genannten Gruppen unterschied.

Auch die Winkel der Beckeneingangsebene, wie der PIA (=pelvic inlet angle, Beckeneingangswinkel) und die PI (=pelvic inclination, Beckenneigung), sowie der Winkel des Beckenraumes der PAA (=pelvic aperture angle, Beckenöffnungswinkel) unterschieden sich ebenfalls nicht zwischen den Gruppen vaginale Geburt und sekundäre Sectio. Aufgrund des fehlenden Unterschieds sind diese nicht in die univariate und in die multivariate Regressionsanalyse eingegangen.

Der ITD, der anatomisch in derselben Beckenebene liegt wie der ISD, war in der Gruppe der vaginalen BEL-Entbindungen größer als in der sekundären Sectio Gruppe.

Die univariate Regressionsanalyse zeigte zwar einen Einfluss des ITD auf den Geburtsmodus, in der multivariaten Regression war dieser aber nicht mehr bedeutsam. Der ITD hat aufgrund seiner anatomischen Lage schwierig zu bestimmende Messpunkte. Bedingt durch die Anatomie des Tuber ischiadicum sind die Messpunkte vom Untersucher meist sehr subjektiv gewählt und damit häufig ungenau. Trotzdem erreichten wir in der vorliegenden Studie sehr gute und gute Inter- und Intraobserver-Variabilitäten für die Messung des ITD. In einer Studie von Klemm et al. aus Frankfurt mit 367 Erstgebärenden mit BEL, welche ebenfalls den ITD untersuchten, wurden keine Größenunterschiede des ITD zwischen Patientinnen, die vaginal entbunden haben und Patientinnen, die eine Sectio hatten, festgestellt [66]. Dennoch haben Klemm et al. eine Untergrenze für den ITD ($> 10,9$ cm) gefunden und definiert [66]. Keine der Patientinnen Ihrer Stichprobe, die einen ITD $\leq 10,9$ cm hatte, war in der Lage einen Fetus in BEL vaginal zu entbinden [66].

Ein weiterer Parameter aus der Mittelebene des Beckens, welcher von derselben Arbeitsgruppe untersucht wurde, war der Schambogenwinkel [66]. Dieser zeigte in der Studie zwar keinen signifikanten Größenunterschied zwischen den Gruppen vaginale Entbindung und sekundäre Sectio, aber die Kollegen konnten zeigen, dass wenn der Schambogenwinkel Werte unter 70° annahm, keine vaginale Entbindung bei BEL mehr möglich war [66].

Die PW (=pelvic width, Beckenweite) ist ein Abstand in der Mittelebene des Beckens, welche in der vaginalen Entbindungsgruppe größer war als in der Sectio Gruppe. Diese zeigte auch in der univariaten Analyse Einfluss auf den Geburtsmodus, in der multivariaten Regressionsanalyse war dieser Einfluss nicht mehr bedeutsam. Auch dieser Abstand wurde in derselben Ebene, wie die CV gemessen, sodass die Vorauswahl der CV nach der Größe einen Einfluss auf die PW hatte. Da die Beckenweite jedoch einen recht großen Abstand im Becken darstellt, hat diese auch keine Bedeutung als Geburtshindernis.

Neben dem in dieser Studie gefundenen ISD und der etablierten CV gibt es in der Literatur noch weitere prognostische Beckenparameter die untersucht wurden, wie der Diameter transversalis (DT). In der Studie von Franz et al. wurden dazu Patientinnen mit BEL und Patientinnen mit feto-pelvinem Missverhältnis bei Schädellage untersucht. Die Ergebnisse der Studie erbrachten, dass Patientinnen, die versucht haben vaginal

zu entbinden eine größere CV und einen größeren DT hatten als Patientinnen, die für eine primäre Sectio geplant waren [68]. Der Unterschied zu der hier vorliegenden Studie ist das Patientenkollektiv. Es wurden auch Mehrgebärende mit BEL und Schädellagen untersucht. Die Studie zeigte auch, dass die MRT-Untersuchung bei Patientinnen, die zuvor schon vaginal entbunden hatten keinen prognostischen Wert hat [68].

Die Parameter Diameter transversalis und der Schambogenwinkel wurden in der vorliegenden Studie nicht untersucht, da der Fokus auf bewährte repräsentative Strecken, wie u.a. die CV und Winkel in den Beckenebenen gelegt wurde.

Von den untersuchten Strecken und Winkeln im Becken scheinen sich keine weiteren neben der CV und dem ISD für eine Prognose des Geburtsverlaufs zu eignen. Es gibt von anderen Studiengruppen gefundene Untergrenzen bei denen keine vaginale Geburt mehr möglich war. Welche Rolle diese Untergrenzen neben der CV und dem ISD für das Management von BEL spielen, muss in weiterführenden Studien untersucht werden.

5.1.4 Eignung der MRT-Pelvimetrie zur Prognose des Geburtsverlaufs bei BEL

Zum Ausschluss eines feto-pelvinen Missverhältnisses und der damit verbundenen Gefahr des Geburtsstillstandes während der Geburt des kindlichen Schädels bei einer BEL-Geburt wurde nach einem geeigneten Verfahren gesucht, um die Beckendimensionen zu messen und den Ausgang der Geburt abschätzen zu können. Das Ziel war die Mortalität des Neugeborenen zu vermeiden und die Morbidität und deren Folgen zu verringern. Über Jahrzehnte galt die primäre Sectio als der sicherste Geburtsmodus bei BEL am Geburtstermin [3]. Jedoch wurde dabei die höhere Morbidität der Mutter zugunsten des geringeren Risikos eines schlechteren kindlichen Outcomes in Kauf genommen [22]. Die kritische Auseinandersetzung mit den Daten aus der Hannah-Studie, sowie weitere große Follow-up-Studien führten dazu, dass Frauen heutzutage nach entsprechender Risikoselektion an geburtsmedizinischen Zentren mit entsprechenden Voraussetzungen und Erfahrungen wieder zur vaginalen Entbindung ermutigt werden können [7, 12, 22, 70].

Im Vergleich zur früher verwendeten Röntgen-Pelvimetrie ist die MRT-Pelvimetrie ein geeignetes Verfahren für Schwangere, welches ohne frucht-schädigende Strahlung

auskommt und während der gesamten Schwangerschaft durchgeführt werden kann [25, 45].

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die MRT-Pelvimetrie ein geeignetes Verfahren ist, um die Distanzen und Winkel im knöchernen Becken von erstgebärenden Patientinnen mit BEL zur Geburtsvorbereitung exakt auszumessen. Neben einer CV von mindestens 12 cm ist der ISD ein zusätzlicher geeigneter Abstand im weiblichen Becken, der die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen vaginalen Entbindung vorhersagen kann.

Des Weiteren eignet sich die MRT-Pelvimetrie zur Prognose des Geburtsverlaufs bei Erstgebärenden mit BEL, da diese unabhängig von der Erfahrung des Untersuchers oder der Konstitution der Patienten ist [45, 48]. Auch in der vorliegenden Studie konnten die untersuchten Strecken und Winkel des weiblichen Beckens in der MRT präzise gemessen werden, wie die hohen Inter- und Intraobserver-Übereinstimmungen mit ICC-Werten $> 0,9$ zeigen (Tabelle 8 und Tabelle 9). Die Präzision der ISD-Messungen ist eine wichtige Voraussetzung für die Eignung dieser Methode zur Identifikation von Patientinnen mit einer hohen Erfolgswahrscheinlichkeit für eine vaginale Geburt bei BEL [64].

Auch wenn die in der MRT gemessenen Strecken und Winkel im Becken bei nicht schwangeren Frauen variieren, bleiben sie während der Schwangerschaft, der Entbindung und nach der Schwangerschaft stabil [63,68]. Diese Stabilität macht sie zur optimalen Untersuchungsmethode bei Schwangeren.

Nachteile der MRT-Pelvimetrie sind die nicht immer vorhandene Verfügbarkeit und der hohe Preis. Jedoch sollten BEL-Geburten ohnehin nur an Zentren mit sehr erfahrenen Geburtshelfern durchgeführt werden. Diese sind häufig Zentren der Maximalversorgung, welche über MRT-Geräte verfügen und die Pelvimetrie durchführen können.

Die MRT-Pelvimetrie wird in der Uniklinik Leipzig im Mittel in der $36,6 \pm 0,8$ SSW durchgeführt. Diese Untersuchung sollte aufgrund des Mehrwertes an Informationen zur Entscheidungshilfe bei Erstgebärenden mit BEL und Wunsch auf eine vaginale Entbindung als Standard etabliert werden und in neue Leitlinien zum BEL-Management aufgenommen werden.

5.2 Einfluss der anamnestischen Daten der Mütter auf den Geburtsmodus

Aktuell wird nach den deutschen Leitlinien und hausinternen Standards der Uniklinik in Leipzig im Management von BEL-Geburten als klinische Voraussetzungen für die Mütter eine CV von ≥ 12 cm und der Ausschluss einer Beckenanomalie gefordert. Ob das Alter der Mütter, das Gewicht oder der BMI einen Einfluss auf den Geburtsmodus hatten, wurde in der vorliegenden Studie untersucht.

Einzig der maternale BMI bei Schwangerschaftsbeginn zeigte einen Unterschied zwischen der Gruppe der Patientinnen, die eine sekundäre Sectio erhielten und der Gruppe der Frauen, die vaginal entbunden haben. Der BMI, der Patientinnen, die eine Sectio erhalten mussten, war größer als der BMI der Frauen, die vaginal entbunden haben ($21,3 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$ vs. $22,7 \pm 2,8 \text{ kg/m}^2$). Dennoch hatte der BMI bei Schwangerschaftsbeginn keinen Einfluss auf den Geburtsmodus. In der univariaten Regression war keine Signifikanz zu finden, sodass kein Einschluss des Parameters in die multivariate Regressionsanalyse erfolgte. Das Alter der Mütter, das Gewicht und die Körpergröße hatten ebenfalls keinen Einfluss auf den Geburtsmodus in der vorliegenden Studie.

Einen Einfluss des maternalen Alters bei Erstgebärenden auf den Geburtsmodus bei BEL konnte in einer weiteren Studie unserer Arbeitsgruppe gefunden werden [67]. Die Ergebnisse der Arbeit zeigten ein deutlich höheres Alter bei den Erstgebärenden, die per Sectio entbanden. Somit sinkt die Wahrscheinlichkeit eine erfolgreiche vaginale BEL-Entbindung zu haben mit Alter. Der Zusammenhang zwischen dem Alter der Mutter und dem Erfolg einer vaginalen Geburt wurde in der Literatur mehrfach beschrieben [12, 66, 71, 72]. Besonders Frauen > 38 Jahre haben ein erhöhtes Risiko für eine sekundäre Sectio bei Erstgeburt einer BEL. In der vorliegenden Studie konnte dieses erhöhte Risiko allein schon deshalb nicht gefunden werden, weil es nur eine sehr geringe Zahl (3/62; 5%) an Studienteilnehmerinnen mit einem Alter ≥ 38 Jahren gab. Frauen entbinden zunehmend in höherem Alter ihr erstes Kind. Erst zukünftige Studien können zuverlässig untersuchen, ob das Alter einen Einfluss auf den Geburtsverlauf hat.

Die Gruppen der Patientinnen mit vaginaler Entbindung und sekundärer Sectio unterschieden sich in Hinblick auf das mütterliche Gewicht und die Körpergröße nicht voneinander, weshalb für diese beiden Faktoren auch keine Regression durchgeführt

wurde. In der Studie unserer Arbeitsgruppe war die Körpergröße der Mütter hingegen zwischen den Gruppen verschieden, zeigte aber in der multivariaten Regression keinen Einfluss auf den Geburtsmodus [67]. Da die Patientinnen nach der Größe Ihrer CV vorselektiert waren ($CV \geq 12$ cm), wurden kleine Patientinnen schon von vornherein aussortiert, sodass der Einfluss der Körpergröße nicht valide ist. Auch in vergleichbaren neueren Studien zeigte sich kein Einfluss der Körpergröße der Mutter auf den Geburtserfolg [66, 68].

In einer Studie von Franz et al. an Patientinnen mit BEL wurde als weiterer Einflussparameter die Gewichtszunahme der Patientinnen in der Schwangerschaft untersucht [67]. Die Ergebnisse zeigten keinen Unterschied zwischen den Gruppen vaginale Entbindung und sekundäre Sectio [68], was in der genannten Studie auf die geringen Unterschiede zwischen Anfangs- und Endgewicht der Mütter zurückzuführen war.

In der vorliegenden Studie wurde die Gewichtszunahme in der Schwangerschaft nicht untersucht. Interessant wäre, ob eine starke Gewichtszunahme die Wahrscheinlichkeit für eine Sectio erhöhen würde.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass nur der maternale BMI bei Beginn der Schwangerschaft eine Rolle spielt. Eine weitere Studie unserer Arbeitsgruppe zeigte einen Zusammenhang des Alters bei der Entbindung von BEL und dem Geburtsmodus [67]. Beide Charakteristiken müssen in weiterführenden Studien untersucht werden und sollten bei Relevanz als Voraussetzungen für eine erfolgreiche vaginale Entbindung in die Empfehlungen der Leitlinien zum BEL-Management übernommen werden.

5.3 Fetale Einflussfaktoren auf den Geburtsmodus

Die aktuelle Voraussetzung für eine erfolgreiche vaginale BEL-Entbindung bei Erstgebärenden Patientinnen an der Uniklinik in Leipzig ist ein fetales Schätzwicht zum Zeitpunkt der Entbindung von ≥ 2500 g und ≤ 3800 g. Zum Ausschluss einer fetalen Makrosomie bzw. einer Wachstumsretardierung wurde sowohl zur Geburtsplanung (1. Sonografie) als auch kurz vor der Geburt (2. Sonografie) eine Fetometrie durchgeführt.

Als mögliche fetale Einflussfaktoren auf den Geburtsmodus wurden der fetale Abdomenumfang, der Kopfumfang, das Schätzwicht, die Körperlänge, die Femurlänge, der BIP und der OFD zwischen den Gruppen vaginale Entbindung und sekundäre Sectio miteinander verglichen. Zum Zeitpunkt der 1. Sonografie in der $36,54 \pm 0,9$ SSW unterschieden sich das Schätzwicht (vaginal: 2573 ± 353 g; Sectio: 2781 ± 278 g) und der AU (vaginal: $2,96 \pm 0,19$ cm; Sectio: $3,07 \pm 0,14$ cm) zwischen den beiden Geburtsmodi-Gruppen (vaginal vs. Sectio). Die Feten der Sectiogruppe waren schwerer und hatten einen größeren Abdomenumfang. Zum Zeitpunkt der 2. Fetometrie (Geburtsvorbereitung) in der $39,6 \pm 1,2$ SSW unterschieden sich Abdomenumfang und Schätzwicht nicht mehr. Folglich wurden die fetalen Parameter nicht in die Regression mit einbezogen. Die Aussagekraft des Schätzwichtes aus der 2. Fetometrie ist nur eingeschränkt beurteilbar, da die Feten nach den klinikinternen Standards mit einem Geburtsgewicht zwischen 2500 g und 3800 g vorselektiert waren [21]. Dadurch war die Stichprobe sehr homogen und es konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Diese Vorgaben sollen die vaginale BEL-Geburt sicherer machen. Ab einem Schätzwicht von > 3800 g besteht die Gefahr eines Feto-maternalen-Missverhältnisses und das damit verbundene Risiko eines Geburtsstillstandes in der Austreibungsperiode. Bei einem Schätzwicht von unter 2500 g am Geburtstermin liegt hingegen eine Wachstumsretardierung vor und eine Unterversorgung und Unreife des Feten ist wahrscheinlich. Das bedeutet, dass ein Mangel an Nährstoffen intrauterin dazu geführt hat, dass der Fet untergewichtig ist und keine Reserven für den Geburtsvorgang hat. Diese Reserven sind jedoch nötig, um kurz andauernde Phasen der Unterversorgung (Asphyxie) bei einer Geburt aus BEL zu überstehen. Das Risiko der Morbidität bzw. Mortalität des Neugeborenen ist stark erhöht. Deshalb sind sowohl eine Makrosomie

als auch eine intrauterine Wachstumsretardierung Kontraindikationen für eine vaginale BEL-Entbindung.

Eine prospektive vergleichende Studie von Jennewein et al. konnte zeigen, dass bei vaginaler Entbindung von Feten aus BEL mit einem Schätzwert von über 3800 g keine erhöhte Morbidität für die Mütter und für die Neugeborenen bestand [73]. Lediglich die Sectiorate war höher. Für die bislang genutzte Grenze für vaginale BEL-Entbindungen von ≥ 3800 g gibt es wenig Daten, sodass in weiterführenden Studien überprüft werden muss, ob die aktuell genutzten Grenzen weiter gefasst werden müssten, um noch mehr Patientinnen vaginale BEL-Entbindungen zu ermöglichen.

Die fetale Gewichtsschätzung hat einen hohen Stellenwert in der Risikobewertung vor der Geburt. Die Sonografie ist aktuell die genaueste Methode, um das Gewicht des Feten abzuschätzen.

Das Schätzwert (das intrauterine Gewicht) wird anhand der Daten, die mittels der Sonografie gewonnen wurden, berechnet. Um zu untersuchen welche Formel am genauesten das Geburtsgewicht voraussagen kann, wurden in der vorliegenden Studie 3 Formeln zur Berechnung des fetalen Gewichts miteinander verglichen: Hadlock 3, Hadlock 4 und Merz [56, 58]. Neben den in der Studie verwendeten Formeln kommen in der klinischen Praxis noch viele weitere zur Anwendung, welche in dieser Studie jedoch nicht untersucht wurden. Die besten Übereinstimmungen mit dem tatsächlichen Geburtsgewicht wurden mit der Formel nach Merz erzielt [56, 58]. Obwohl das Geburtsgewicht nicht zu 100% exakt vorausgesagt werden kann, sollte die Formel von Merz am Geburtstermin verwendet werden.

In der Literatur gibt es noch andere Methoden, welche auf Sonografie-Daten basieren, zur Abschätzung der Körperproportionen des Feten kurz vor der Geburt. Große prognostische Relevanz für eine Makrosomie wird dem Abdomenumfang (AU) zugeschrieben. Nimmt dieser Werte von > 35 cm an, kann von einem Schätzwert des Feten von ca. 4000 g ausgegangen werden [74–76]. Bei Werten > 38 cm beträgt das Schätzwert ca. 4500 g [74–76].

Auch das Verhältnis von Kopf- und Rumpfumfang ist in der Literatur als hilfreich für die Prognose für eine vaginale BEL-Entbindung beschrieben [30]. Wenn sowohl der Abdomenumfang als auch Kopfumfang annähernd gleiche Werte annehmen ist eine

erfolgreiche vaginale Entbindung wahrscheinlich [30]. Bei stark voneinander abweichenden Umfängen ist von einer intrauterinen Wachstumsretardierung des Feten auszugehen. Diese erhöht die Gefahr der Mortalität des Feten unter einer vaginalen Geburt. Deshalb sollte bei starker Abweichung beider Umfänge eine primäre Sectio erfolgen [30]. Asymmetrische Wachstumsretardierungen entstehen durch eine mangelnde Nährstoffzufuhr des Feten über die Plazenta bzw. über die Nabelschnur und die dadurch bedingte die Unterversorgung des Feten intrauterin. Risikofaktoren für eine Unterversorgung besteht bei Nikotinabusus, hohem Alter der Mutter, sowie bei Gestationsdiabetes.

In der vorliegenden Stichprobe waren die Verhältnisse von KU und AU in beiden Geburtsmodi-Gruppen annähernd gleich groß. Alle Feten hatten hinsichtlich ihrer Körperproportionen gute Voraussetzungen für eine vaginale BEL-Entbindung. Die Mittlere Differenz unterschied sich bei der 1. und 2. Sonografie nicht zwischen der Gruppe der vaginal entbundenen Neugeborenen und der Neugeborenen, die per Sectio geboren wurden.

Mit Hilfe der o.g. Formeln zur Gewichtsschätzung können zwar Werte berechnet werden, die nah am tatsächlichen Geburtsgewicht liegen, aber diese sind immer noch ungenau. Auch über den intrauterinen Ernährungszustand des Feten können die Formeln zur Gewichtsschätzung keine Aussage liefern. Der Umfang der Extremitäten kann sehr stark variieren. Den Ernährungszustand des Feten, ob schlank oder kräftig, kann die Messung des Femurs nicht widerspiegeln. Ein neues Verfahren zur Verbesserung der Gewichtsschätzung bei Feten am Geburtstermin sind die manuelle und auch die automatisierte fraktionierte Messung des Extremitätenvolumens. Dabei wird in einer dreidimensionalen Ultraschalluntersuchung das Volumen der Extremitäten von Arm oder Oberschenkel des Föten gemessen [77]. Die neuen Parameter ersetzen in der Formel die Länge des Femurs (Formeln nach Hadlock). Mit diesem neuen Verfahren kann das Gewicht des Feten genauer bestimmt werden als mit den bisher genutzten Formeln [77]. Eine Exaktheit von $\pm 10\%$ des Geburtsgewichtes konnte mit dem neuen Verfahren in 83,2% (Armvolumen) und 83,9% (Oberschenkelvolumen) der Fälle erreicht werden [77]. Im Vergleich dazu konnte die Formeln nach Hadlock et al. (Hadlock 3 und 4) nur in 78,8% der Fälle das Geburtsgewicht vorhersagen [58, 77]. Es stellt sich die Frage, ob die geringe Rolle des

kindlichen Gewichts bei der Prognose vaginaler Geburten auf die ungenauen Gewichtsschätzungen der gängigen Schätzformeln zurückzuführen ist. Wenn sich die automatisierte fraktionierte Messung des Extremitätenvolumens als genauere Methode in der klinischen Forschung etabliert, könnten sich doch noch Zusammenhänge zwischen dem fetalen Gewicht und dem Geburtsmodus finden lassen.

5.3.1 Einfluss des Geburtsmodus auf das Outcome des Neugeborenen

Die neonatal erhobenen Outcome Parameter, wie Geschlecht, Körperlänge, Körpergewicht und Kopfumfang unterschieden sich nicht zwischen den Neugeborenen, die vaginal entbunden wurden und den Neugeborenen, die per Sectio geboren wurden. Vergleichbare Studien mit größeren Fallzahlen finden hingegen signifikante Unterschiede bei Körpergewicht, Körperlänge und Kopfumfang der Neugeborenen [66, 67]. Die vaginal entbundenen Neugeborenen waren in den genannten Studien deutlich kleiner, leichter und hatte einen kleineren Kopfumfang als die Neugeborenen der Sectiogruppe [66, 67]. Die vaginal entbundenen Neugeborenen dieser Studie waren, wie bereits erwähnt vorselektiert, was die kleine Varianz des tatsächlichen Geburtsgewichtes erklärt. Es wurden nur Feten mit einem Schätzwert ≥ 2500 g und ≤ 3800 g für den Versuch einer vaginalen Entbindung ausgewählt. Das Schätzwert lag sehr nah am Wert des Geburtsgewichtes. Da sich auch die Schätzwerte kurz vor der Geburt nicht unterschieden, unterscheidet sich auch das tatsächliche Geburtsgewicht nicht zwischen den Gruppen der vaginal entbundenen Feten und den Feten, die per Sectio entbunden wurden.

Da das Gewicht unter anderem anhand der sonografisch ermittelten Femurlänge berechnet wurde, welche sich zwischen den Gruppen nicht unterschied, war auch keine große Varianz in der Körperlänge der Feten zu erwarten.

In der vorliegenden Studie hat weder das fetale Schätzwert noch das Geburtsgewicht des Neugeborenen den Geburtsmodus beeinflusst. Die Stichprobe war allerdings durch die Selektionskriterien in ihrer Varianz begrenzt. Studien mit größeren Fallzahlen, wie die Studien von Klemm et al. und Hoffmann et al., zeigten dass Feten die schwerer waren eher per Sectio geboren wurden [66, 67]. Das Wissen über das tatsächliche Geburtsgewicht steht für Geburtsplanung nicht zur Verfügung,

sondern nur das Schätzwicht und dieses liefert ungenaue Werte. Da das Geburtsgewicht vor der Geburt nicht bekannt ist, muss die Abschätzung des möglichen Geburtsmodus über das Schätzwicht erfolgen, welches wird per Ultraschall ermittelt und nur das kann in ein Vorhersagemodell eingeschlossen werden. Optimiert werden können die Ergebnisse mit der fraktionierten Messung des Extremitätenvolumens [77]. Mit Werten für das Schätzwicht, welche noch näher am tatsächlichen Geburtsgewicht liegen, wird die Voraussage des Geburtsmodus ebenfalls genauer und die Entbindung von geplanten vaginalen BEL noch sicherer.

5.4 Einflussfaktoren der Geburtseinleitung auf den Geburtsmodus

Der Geburtsbeginn war bei der Gruppe der vaginalen Entbindungen aber auch bei der Gruppe der sekundären Sectios häufiger spontan als medikamentös eingeleitet. Die Geburten, die mit einer sekundären Sectio endeten wurden auch nicht häufiger medikamentös eingeleitet. Demnach erhöht eine medikamentöse Einleitung der Geburt in der vorliegenden Studie nicht das Risiko für eine sekundäre Sectio. Hingegen hatten in vergleichbaren Studien mit größeren Fallzahlen die vaginal entbundenen Patientinnen häufiger einen spontanen Geburtsbeginn und die Patientinnen mit sekundärer Sectio signifikant häufiger eine medikamentöse Einleitung [66–68].

5.5 Neonatales Outcome

5.5.1 Geburtsmodus und neonatales Outcome

Zur ersten Einschätzung des Zustandes des Neugeborenen wurde mittels einer Blutgasanalyse aus dem Nabelschnurblut der Base Excess, sowie der pH-Wert bestimmt. Beide Werte sind Parameter zur Diagnose einer Azidose, welche durch eine kurzzeitige Unterversorgung des Feten (Asphyxie) bei der Geburt des Kopfes bei BEL entsteht. Obwohl sich die mittleren pH-Werte der Neugeborenen, welche vaginal entbunden wurden von denen, die per Sectio geboren wurden statistisch nicht unterschieden, hatten dennoch die Neugeborenen nach vaginaler BEL-Entbindung

eine leichte Azidose ($\text{pH}=7,18 \pm 0,1$) im Vergleich zu den Neugeborenen der Sectio Gruppe ($\text{pH}=7,24 \pm 0,1$). Der Unterschied des Base Excess war auch statistisch signifikant. Dieser nahm stärker negative Werte an bei den Neugeborenen, die vaginal entbunden wurden und zeigt an, dass diese „saurer“ waren und somit ein schlechteres Outcome hatten.

Vergleichbare Studien zeigten ebenfalls, dass die Neugeborenen, die vaginal aus BEL entbunden wurden eher azidotisch sind im Vergleich zu BEL, die per Sectio geboren wurden [66–68]. Diese Ergebnisse vermitteln den Eindruck, dass die Sectio der bessere Geburtsmodus bei BEL ist und führte 2000 nach der Veröffentlichung der Studie von Hannah et al. zu einem starken Anstieg der Sectionen bei BEL [3]. Die Studie wurde aufgrund von Mängeln im Design und der Daten von den Autoren selbst zurückgezogen und eine Follow-up Studie von Whyte et al. konnte zeigen, dass sich das Outcome der Kinder nach 2 Jahren nicht mehr unterschied, sodass die vaginale BEL-Entbindung nicht als schlechtere Option angesehen werden kann [11, 22]. Wichtig für die Behandlung einer Azidose und das Outcome des Neugeborenen ist die Möglichkeit der sofortigen intensivmedizinischen Behandlung, weswegen die Entbindung an einem geeigneten Zentrum erfolgen sollte.

Die APGAR-Werte haben sich in der vorliegenden Studie zu keinem Zeitpunkt unterschieden. Dieser Befund könnte darauf hinweisen, dass APGAR-Werte, welche Werte einer körperlichen Untersuchung widerspiegeln, wie Hautfarbe, Herzfrequenz, Grimassieren, Atmung und Reflexe weniger genaue Aussagekraft haben für den Grad der Asphyxie eines Neugeborenen.

Die Werte aus der Blutgasanalyse, wie der pH-Wert und der BE liefern viel genauere Informationen über den Grad der Azidose des Neugeborenen und sollten daher einen höheren Stellenwert bei der Beurteilung des Neugeborenen haben.

Der Geburtsmodus hat einen Einfluss auf das neonatale Outcome direkt nach der Geburt, aber nicht auf die langfristige Entwicklung des Kindes [11].

5.5.2 Einfluss der Pelvimetrie-Parameter der Mütter auf das frühe neonatale Outcome

Zur Überprüfung des Einflusses der in der MRT-Pelvimetrie gemessenen Abstände und Winkel auf das frühe neonatale Outcome wurden die Neugeborenen mit gutem bzw. schlechtem neonatalen Outcome, in 2 Gruppen eingeteilt. Als gutes (=adäquates)

neonatales Outcome galt ein 1-Minuten-APGAR-Wert > 5 und ein 5-Minuten-APGAR-Wert > 7 . Bei einem 1-Minuten-APGAR-Wert ≤ 5 und einem 5-Minuten-APGAR-Wert ≤ 7 wurde das Outcome als schlecht bewertet.

Die Pelvimetrie-Parameter (CV, PW, SOD, CPO, ISD, ITD, PIA, PAA, PI) unterschieden sich nicht zwischen beiden Gruppen, sodass kein direkter Einfluss zu erwarten war.

Auch bei den klinischen Outcome-Parametern der Neugeborenen, wie die Körperlänge, das Körpergewicht, Base Excess und pH-Wert gab es keinen Unterschied zwischen den Neugeborenen der Gruppe mit gutem neonatalen Outcome und der Gruppe mit schlechtem neonatalen Outcome. Die MRT-Pelvimetrie kann folglich keinen Aufschluss über die Qualität des frühen neonatalen Outcomes geben.

5.6 Limitationen

Zu den Haupteinschränkungen dieser Studie gehört das retrospektive Design, was zu einer Verzerrung der Stichprobe führte. Die Stichprobe kam nicht zufällig zustande und die Probanden wurden nicht zufällig in die Gruppen eingeschlossen. Dadurch ist die Möglichkeit der Verallgemeinerung der Ergebnisse reduziert [78].

Die Verzerrung der Stichprobe kam u.a. durch die Selektion der Patientinnen nach den klinikinternen Standards bei BEL zustande. Es wurden nur Patientinnen ausgewählt mit Feten, welche zum Zeitpunkt der Geburtssonografie (2. Sonografie) ein geschätztes Geburtsgewicht von ≥ 2500 g bis ≤ 3800 g aufwiesen [21]. Die maternale Voraussetzung für eine vaginale BEL Geburt war eine in der MRT gemessene CV ≥ 12 cm [21]. Dadurch ließ sich der Einfluss des sonografisch geschätzten fetalen Gewichts und der mittels MRT-Pelvimetrie erhobenen CV nicht untersuchen. Außerdem gelten die Befunde und Schlussfolgerungen der vorliegenden Studie nur für diese zuvor definierte Subpopulation.

5.7 Fazit

Die MRT-Pelvimetrie ist ein reproduzierbares und somit reliables Messverfahren, mit dem anatomische Gegebenheiten des maternalen Beckens erfasst und präzise ausgemessen werden können.

Neue MRT-Kriterien haben zusätzlichen prognostischen Nutzen neben der bislang genutzten CV (≥ 12 cm) für die erfolgreiche Durchführung einer vaginalen BEL-Entbindung. Die Ergebnisse dieser Studie indizieren, die Abstände im Bereich der unteren Mittelebene des Beckens, wie der ISD, und die Flexibilität des weiblichen Beckens in einem modernen Selektionsprotokoll beim BEL-Management ebenfalls zu berücksichtigen. Einen hohen prädiktiven Wert für eine vaginale Entbindung hat der ISD, wenn er Werte von $\geq 11,35$ cm annimmt. Weitere Parameter der mittleren Beckenebene, wie der ITD sind nicht geeignet den Geburtsmodus vorauszusagen.

Auch die anamnestischen Charakteristika der Patientinnen, wie das Alter, die Körpergröße und das Gewicht hatten keinen Einfluss auf den Geburtsmodus.

Die Art des Geburtsbeginns (medikamentös vs. spontan) hatte in der vorliegenden Studie keinen Einfluss auf den Geburtsmodus.

Die Körpermaße der Feten (KU, AU, FL und SG) zum Zeitpunkt der Geburt zeigten keinen Einfluss auf den Geburtsmodus.

MRT-Pelvimetrie Maße sind nicht geeignet, um eine Aussage über das frühe neonatale Outcome zu liefern. Die mittels verschiedener MRT-Pelvimetrie-Parameter abgebildete Beckenanatomie beeinflusst das neonatale Outcome nicht. Maternale Faktoren, wie Körpergröße, BMI und Alter können das geburtshilfliche Outcome beeinflussen. Fetale Faktoren wie das Geburtsgewicht und das Gestationsalter beeinflussen das geburtshilfliche Outcome nicht. Bei Verwendung eines adäquaten Selektionsprotokolls und bei einer Betreuung in einem spezialisierten Pränatalzentrum unterscheidet sich das frühe neonatale Outcome von vaginal und durch eine sekundäre Sectio geborene Kinder nicht wesentlich.

6 Zusammenfassung

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. med.

Eingereicht von

Katrin Thomaßen, geborene Thomaßen

Angefertigt an / in

Universitätsklinikum Leipzig, Abteilung Geburtsmedizin

Betreut von

Dr. med. habil. Janine Hoffmann

Klinikleiter Professor Dr. med. Holger Stepan

Die Rolle der MRT-Pelvimetrie beim präpartalen Management von Erstgebärenden mit geplanter vaginaler Entbindung aus Beckenendlage

Einleitung

Aufgrund verschiedener Studien zum fetalen Outcome – darunter die große prospektive, multizentrische Studie von Hannah et al. aus dem Jahre 2000 – galt die primäre Sectio caesarea (Sectio) jahrzehntelang als sicherster Geburtsmodus bei Beckenendlage (BEL). Bis 2006 boten 92,5 % der Geburtszentren den Gebärenden keine vaginale Entbindung aus BEL an [1–6]. Die kritische Aufarbeitung der Studiendaten von Hannah et al. ergab schwere Mängel im Design und in der Durchführung, was zur späteren Relativierung der Studienergebnisse führte [7, 8]. Anschließende Veröffentlichungen derselben und anderer Autoren zeigten, dass sich das 2-Jahres-Outcome von vaginal und operativ aus BEL entbundenen Kindern und von Kindern nach vaginaler Entbindung aus einer Schädellage nicht unterscheidet.

Eine wichtige Voraussetzung für ein adäquates Outcome bei einer vaginalen Entbindung aus BEL ist eine optimale und sofortige postpartale neonatologische Betreuung. [7, 9–13]

Durch den Trendwandel, Frauen bei BEL wieder eine vaginale Entbindung anzubieten, gewinnt die Betreuung, die Risikoselektion und die Aufklärung der Patientinnen durch spezialisierte Fachkräfte zunehmend an Bedeutung [9, 19–21]. Insbesondere die Risiken für das Kind erfordern es, dass die Planung und die Leitung einer vaginalen Geburt aus BEL in einem Zentrum mit einem erfahrenen geburtsmedizinischen und neonatologischen Team erfolgt. Neben der praktischen Erfahrung bei der Kindsentwicklung und der Verwendung geburtsmedizinischer Handgriffe ist auch eine adäquate, routinierte neonatologische Betreuung unabdingbar, um ein gutes Langzeit-Outcome zu gewährleisten [11, 12, 21, 22].

Nach den derzeitigen Leitlinien werden für die pränatale Risikoselektion anamnestische und klinische Parameter sowie die sonografische Gewichtsschätzung verwendet. Beispielsweise wurden höhere Erfolgsraten und eine geringere neonatale Morbidität bei Mehrgebärenden beschrieben und ein höheres Risiko für Feten mit intrauteriner Wachstumsrestriktion (Geburtsgewicht ≤ 10 . Perzentile) [5, 10, 12].

Der Wert einer zusätzlichen Beckendiagnostik ist umstritten und in den aktuellen Leitlinien nicht explizit gefordert. Trotzdem nutzen einige Zentren – darunter das Perinatalzentrum der Universität Leipzig – insbesondere bei der Risikogruppe der Erstgebärenden – eine zusätzliche Pelvimetrie. Diese wird heute mittels Magnetresonanztomografie (MRT) durchgeführt. Das Hauptanliegen der Untersuchung ist der Ausschluss eines feto-maternalen Missverhältnisses und der damit verbundenen Risiken. Zusätzlich generiert diese Selektionsmaßnahme ein stärkeres Vertrauen sowohl bei den Schwangeren als auch bei den betreuenden Ärzten in den Erfolg der geplanten vaginalen Entbindung aus BEL. Welche pelvimetrischen Parameter für die Selektion geeignet sind, wurde für die MRT bisher nicht untersucht. Die Identifikation geeigneter Prognoseparameter ist aber unabdingbar, um Schwangere mit dem generellen Wunsch einer vaginalen Entbindung auf sichere Weise zu unterstützen.

Material und Methoden

In der vorliegenden monozentrischen Analyse des Perinatalzentrums Level 1 der Universitätsklinik Leipzig wurden 62 erstgebärende Patientinnen mit geplantem

Spontanpartus bei BEL untersucht. Die retrospektive Analyse umfasst einen Zeitraum von 2 Jahren (01.01.2011–31.12.2012). Im Rahmen der Geburtsplanung war neben der Selektion gemäß den deutschen Leitlinien nach hausinternem Standard auch eine zusätzliche MRT-Untersuchung erfolgt [21]. Hierbei wurde eine $CV \geq 12$ cm als Grenzwert festgelegt.

Patientinnen mit Kontraindikationen für eine vaginale Entbindung gemäß den deutschen Leitlinien oder einer $CV < 12$ cm oder einer nicht vollständigen Geburtsplanung erhielten eine primäre Sectio und wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Auch Patientinnen mit Mehrlingsschwangerschaften wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Vor Durchführung der Studie lag ein positives Votum der Ethikkommission vor.

Neben den anamnestischen Daten der Schwangeren, wie Alter, Gewicht, BMI, Körpergröße, Beckenanomalien und Vorerkrankungen wurden Distanzen (CV, SOD, CPO, PW, ISD und ITD) und Winkel (PI, PAA, PIA) des knöchernen Beckens mittels einer MRT-Untersuchung um die 36. SSW von 2 Untersucherinnen gemessen und die Genauigkeit der Messungen anhand der Interraterreliabilität und der Intraraterreliabilität geprüft. Die fetalen Proportionen, wie der Kopfumfang, BIP, FOD, Abdomenumfang und Femurlänge, sowie das Schätzwert wurden per Sonografie in der 35. - 37. SSW (1. Sonografie) und bei Geburt in der 38. - 40. SSW (2. Sonografie) über die Formel nach Merz et al. und Hadlock et al. bestimmt [56, 58]. Die Daten des neonatalen Outcomes, wie Gewicht, Körperlänge, Kopfumfang, APGAR, pH-Wert und Base Excess des Nabelschnurblutes wurden kurz nach der Geburt erhoben. Das Outcome des Geburtsmodus, sowie die Art des Geburtsbeginns wurden erhoben. Die Patientinnen wurden nach dem Outcome ihrer Entbindung – vaginal vs. sekundäre Sectio – in 2 Gruppen eingeteilt. Die Neonaten wurden nach gutem (APGAR-1 > 5 und APGAR-2 > 7) und schlechtem (APGAR-1 ≤ 5 und APGAR-2 ≤ 7) frühen neonatalen Outcome in 2 Gruppen eingeteilt. Die Gruppen vaginale Entbindung und die Gruppe sekundäre Sectio wurden auf Ihre Unterschiede in den anamnestischen Daten der Mütter, den MRT-Messungen, sowie den beiden Sonografien (1. und 2. Sonografie) und dem neonatalen Outcome verglichen. Alle signifikanten Parameter wurden in eine univariate und eine multivariate logistische Regressionsanalyse eingeschlossen. Die Gruppen des frühen neonatalen Outcomes wurden ebenfalls auf alle vorangegangenen Parameter der Mütter, sowie der Neugeborenen verglichen.

Ergebnisse

Die Rate der vaginalen Entbindungen lag bei 56,5 % (35/62) und die der sekundären Sectiones bei 43,5% (27/62). Von den anamnestischen Daten der Mütter war der BMI bei Schwangerschaftsbeginn in der Gruppe der sekundären Sectios ($22,7 \pm 2,8$) höher als in der Gruppe der vaginalen Entbindungen ($21,3 \pm 2,3$; $p = 0,044$; $T = -2,06$). Die 1. Sonografie fand im Mittel in der 36,5 SSW statt. Bei dieser Untersuchung waren der fetale Abdomenumfang (AU) und das fetale Schätzwert (SG) in der Gruppe der sekundären Sectio Patientinnen signifikant höher (AU = 307 ± 14 mm vs. 296 ± 19 mm; $p = 0,014$; $T = -2,54$; SG = 2781 ± 278 g vs. 2573 ± 353 g; $p = 0,015$; $T = -2,5$). Im Vergleich der Schätzung der Körpergewichte stellte sich die Formel von Merz et al. als genauer am Geburtsgewicht dar als vergleichbare Formeln von Hadlock et al. [56, 58].

Die Intraobserver-Variabilität für die MRT-Messungen, sowie die Interobserver-Variabilität für die Messung waren für alle Strecken und Winkel genau bis sehr genau. Die PW (pelvic width=Beckenweite), der ISD (Interspinaler Diameter) und der ITD (Intertubärer Diameter) waren signifikant größer in der Gruppe der Sectio entbundenen Patientinnen (PW = $13,9 \pm 1$ cm vs. $13,3 \pm 0,9$ cm; $p = 0,041$; $T = 2,1$; ISD = $11,35 \pm 0,7$ cm vs. $10,5 \pm 0,9$; $p = <,000$; $T = 3,8$; ITD = $14,1 \pm 1$ cm vs. $13,5 \pm 1,1$ cm; $p = 0,033$; $T = 2,2$).

Alle signifikanten Parameter wurden in einer univariaten und einer multivariaten logistischen Regressionsanalyse auf ihr Vorhersagepotential des Geburtsmodus analysiert. In der univariaten Regression waren PW, ISD und ITD signifikant als Vorhersageparameter für den Geburtsmodus. In der multivariaten Regressionsanalyse zeigte sich einzig der ISD noch als signifikanter Vorhersageparameter für den Geburtsmodus ($p = 0,013$; ExpB = 0,195 [0,053 – 0,711]. Die ROC-Kurve für den ISD zeigt mit einer AUC = 74,3 % und mit der Regressionsgleichung $y = 14,483 - 1,349 * ISD$, dass der Einfluss des ISD auf den Geburtsmodus vaginal signifikant ist. Ab einem ISD von $\geq 11,35$ cm sinkt die Wahrscheinlichkeit für die Notwendigkeit einer sekundären Sectio auf < 30 %.

Die Art des Geburtsbeginns (medikamentös vs. spontan hatte keinen Einfluss auf den Geburtsverlauf.

Bei der Auswertung der neonatalen Parameter zeigte sich nur der Base Excess niedriger bei den vaginal entbundenen Neugeborenen (BE = $-6,93 \pm 3,8$ vs. $-4,9 \pm 4,8$; $p = 0,014$; $T = -2,54$).

Im Vergleich der frühen neonatalen Outcomegruppen (gutes vs. schlechtes Outcome) unterschieden sich weder die MRT-Parameter noch die Charakteristika der Neugeborenen.

Diskussion

In der klinischen Praxis ist die MRT-Pelvimetrie zur Präselektion von Erstgebärenden, die bei BEL eine vaginale Geburt planen, fest etabliert. Es werden allerdings Grenzwerte genutzt, die noch mit konventioneller Röntgen-Bildgebung generiert wurden [35–41] und zum Teil erheblich variieren (siehe Kap. 1.6.1.) [35–41]. Darüber hinaus ist das prognostische Potenzial der mit MRT-Pelvimetrie erhobenen Beckenparameter auf den Geburtsverlauf bis heute nicht ausreichend validiert. Hier setzt die vorliegende Studie an. Im Rahmen einer retrospektiven Analyse wurden bei 62 erstgebärenden Patientinnen mit geplantem Spontanpartus bei BEL untersucht, inwiefern die Beckenparameter CV, PW, SOD, CPO, ISD, ITD, PIA, PAA, PI geeignet sind, um den Geburtsverlauf – vaginale Geburt vs. sekundäre Sectio – vorherzusagen. Dabei erwies sich lediglich der ISD als signifikanter prognostischer Faktor für eine erfolgreiche vaginale Geburt. Aufgrund seiner Lage im mittleren Beckenniveau bildet dieser den Beckenraum genauer ab als ein Parameter des Beckeneingangs, wie die CV. Die Erfolgsrate für eine vaginale Entbindung bei einem $ISD \geq 11,35$ cm beträgt in der vorliegenden Stichprobe 70 % und liegt damit deutlich höher als die mit herkömmlichen verwendeten Referenzwerten CV erzielten Erfolgsraten von 56,5 %. Die Haupteinschränkungen der Studie waren das retrospektive Design und die Vorauswahl der Patientinnen nach der $CV \geq 12$ cm, sowie der Feten nach dem Schätzwert von ≥ 2500 g bis ≤ 3800 g nach den klinikinternen Standards der Uniklinik Leipzig.

7 Literatur

- 1 *Wright RC*. Reduction of perinatal mortality and morbidity in breech delivery through routine use of cesarean section. *Obstetrics and gynecology* 1959; 14: 758 – 763
- 2 *Kubli F*. Risk of vaginal breech delivery. *Contributions to gynecology and obstetrics* 1977; 3: 80 – 85
- 3 *Hannah ME, Hannah W. J., Hewson S. A*. Planned caesarean section versus planned vaginal birth for breech presentation at term: a randomised multicentre trial. *The Lancet* 2000; 356(9239): 1375 – 1383
- 4 *Golfier F, Vaudoyer F, Ecochard R, Champion F, Audra P, Raudrant D*. Planned vaginal delivery versus elective caesarean section in singleton term breech presentation: a study of 1116 cases. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology* 2001; 98(2): 186 – 192
- 5 *Gilbert WM, Hicks SM, Boe NM, Danielsen B*. Vaginal versus cesarean delivery for breech presentation in California: a population-based study. *Obstetrics and gynecology* 2003; 102(5 Pt 1): 911 – 917
- 6 *Daskalakis G, Anastasakis E, Papantoniou N, Mesogitis S, Thomakos N, Antsaklis A*. Cesarean vs. vaginal birth for term breech presentation in 2 different study periods. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics* 2007; 96(3): 162 – 166
- 7 *Glezerman M*. Five years to the term breech trial: the rise and fall of a randomized controlled trial. *American journal of obstetrics and gynecology* 2006; 194(1): 20 – 25
- 8 *Hofmeyr GJ, Hannah M, Lawrie TA*. Planned caesarean section for term breech delivery. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 2015(7): CD000166-CD000166

-
- 9 *Papp Z*. Breech deliveries and cesarean section. *Journal of perinatal medicine* 2003; 31(5): 415 – 419
- 10 *Alarab M, Regan C, O'Connell MP, Keane DP, O'Herlihy C, Foley ME*. Singleton vaginal breech delivery at term: still a safe option. *Obstetrics and gynecology* 2004; 103(3): 407 – 412
- 11 *Whyte H, Hannah ME, Saigal S, Hannah WJ, Hewson S, Amankwah K, Cheng M, Gafni A, Guselle P, Helewa M, Hodnett ED, Hutton E, Kung R, McKay D, Ross S et al*. Outcomes of children at 2 years after planned cesarean birth versus planned vaginal birth for breech presentation at term: the International Randomized Term Breech Trial. *American journal of obstetrics and gynecology* 2004; 191(3): 864 – 871
- 12 *Azria E, Le Meaux J-P, Khoshnood B, Alexander S, Subtil D, Goffinet F*. Factors associated with adverse perinatal outcomes for term breech fetuses with planned vaginal delivery. *American journal of obstetrics and gynecology* 2012; 207(4): 285.e1 - 9
- 13 *Vlemmix F, Bergenhenegouwen L, Schaaf JM, Ensing S, Rosman AN, Ravelli ACJ, Van Der Post, Joris A M, Verhoeven A, Visser GH, Mol BWJ, Kok M*. Term breech deliveries in the Netherlands: did the increased cesarean rate affect neonatal outcome? A population-based cohort study. *Acta obstetrica et gynecologica Scandinavica* 2014; 93(9): 888 – 896
- 14 *Liu S, Heaman M, Kramer MS, Demissie K, Wen SW, Marcoux S*. Length of hospital stay, obstetric conditions at childbirth, and maternal readmission: a population-based cohort study. *American journal of obstetrics and gynecology* 2002; 187(3): 681 – 687

- 15 Arlier S, Seyfettinoglu S, Yilmaz E, Nazik H, Adiguzel C, Eskimez E, Hurriyetoglu S, Yucel O. Incidence of adhesions and maternal and neonatal morbidity after repeat cesarean section. Archives of gynecology and obstetrics 2017; 295(2): 303 – 311
- 16 Abalos E, Addo V, Brocklehurst P, El Sheikh M, Farrell B, Gray S, Hardy P, Juszczyk E, Mathews JE, Naz Masood S, Oyarzun E, Oyieke J, Sharma JB, Spark P. Caesarean section surgical techniques: 3 year follow-up of the CORONIS fractional, factorial, unmasked, randomised controlled trial. Lancet (London, England) 2016; 388(10039): 62 – 72
- 17 Kouam L, Werner-Spangenberg I, Saling E. Early child morbidity and late development following primary abdominal cesarean section in breech presentation near term. Geburtshilfe und Frauenheilkunde 1986; 46(9): 609 – 618
- 18 Offermann H, Gebauer C, Pulzer F, Blaser A, Thome U, Knupfer M. Cesarean section increases the risk of respiratory adaptive disorders in healthy late preterm and two groups of mature newborns. Zeitschrift für Geburtshilfe und Neonatologie 2015; 219(6): 259 – 265
- 19 Mukhopadhyay S, Arulkumaran S. Breech delivery. Best practice & research. Clinical obstetrics & gynaecology 2002; 16(1): 31 – 42
- 20 Höttinger H, Spätling L. MRI in der Gynäkologie und Geburtshilfe, 1994
- 21 Hackelöer BJ, Feige A, Vetter K. Geburt bei Beckenendlage. Leitlinien Geburtshilfe und Gynäkologie, 2010.
- http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/015-051I_S1_Geburt_Beckenendlage.pdf

-
- 22 *Hannah ME, Whyte H, Hannah WJ, Hewson S, Amankwah K, Cheng M, Gafni A, Guselle P, Helewa M, Hodnett ED, Hutton E, Kung R, McKay D, Ross S, Saigal S et al.* Maternal outcomes at 2 years after planned cesarean section versus planned vaginal birth for breech presentation at term: the international randomized Term Breech Trial. *American journal of obstetrics and gynecology* 2004; 191(3): 917 – 927
- 23 *Korhonen U, Solja R, Laitinen J, Heinonen S, Taipale P.* MR pelvimetry measurements, analysis of inter- and intra-observer variation. *European journal of radiology* 2010; 75(2): e56-61
- 24 *Patenaude Y, Pugash D, Lim K, Morin L, Bly S, Butt K, Cargill Y, Davies G, Denis N, Hazlitt G, Naud K, Ouellet A, Salem S.* The use of magnetic resonance imaging in the obstetric patient. *Journal of obstetrics and gynaecology Canada : JOGC = Journal d'obstetrique et gynecologie du Canada : JOGC* 2014; 36(4): 349 – 363
- 25 *Feige A, Bock, RW.* Beckenendlage. Mit 71 Tabellen München [u.a.]: Urban & Schwarzenberg, 1998
- 26 *Martius G.* Geburtshilflich-perinatologische Operationen Stuttgart, New York: Thieme, 1986
- 27 *Hickok DE, Gordon DC, Milberg JA, Williams MA, Daling JR.* The frequency of breech presentation by gestational age at birth: a large population-based study. *American journal of obstetrics and gynecology* 1992; 166(3): 851 – 852
- 28 *Brown L, Karrison T, Cibils LA.* Mode of delivery and perinatal results in breech presentation. *American journal of obstetrics and gynecology* 1994; 171(1): 28 – 34

-
- 29 *Rayl J, Gibson PJ, Hickok DE*. A population-based case-control study of risk factors for breech presentation. *American journal of obstetrics and gynecology* 1996; 174(1 Pt 1): 28 – 32
- 30 *Schneider H, Schneider KTM, Husslein P*. [Spr.] Schneider & Co., Die Geburtshilfe (2011), 2006
- 31 *Pschyrembel W, Dudenhausen JW*. Praktische Geburtshilfe. Mit geburtshilflichen Operationen. 17., überarb. Aufl. Berlin u.a.: De Gruyter, 1991
- 32 *Cluver C, Hofmeyr GJ, Gyte GM, Sinclair M*. Interventions for helping to turn term breech babies to head first presentation when using external cephalic version England, 2012 Jan 18
- 33 *Cluver C, Gyte GM, Sinclair M*. Interventions for helping to turn term breech babies to head first presentation when using external cephalic version. *The Cochrane database of systematic reviews* 2015;(2): CD000184
- 34 *Stewart A, Kneale GW*. Radiation dose effects in relation to obstetric x-rays and childhood cancers. *Lancet (London, England)* 1970; 1(7658): 1185 – 1188
- 35 *Andaya MV, Fiesta M*. X-ray pelvimetry in breech presentation. *Philippine journal of surgery and surgical specialties* 1966; 21(5): 288 – 298
- 36 *Biswas A, Johnstone MJ*. Term breech delivery: does X-ray pelvimetry help? *The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynaecology* 1993; 33(2): 150 – 153
- 37 *Diehl J, Holmberg NG*. The assimilation pelvis--a radiological and obstetrical study. I. Radiological part. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica* 1968; 47(S7): 5 – 91

-
- 38 *Fait G, Daniel Y, Lessing JB*. Breech delivery: The value of X-ray pelvimetry. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 1998; 78(1): 1 – 4
- 39 *Gimovsky ML, Willard K, Neglio M, Howard T, Zerne S*. X-ray pelvimetry in a breech protocol: a comparison of digital radiography and conventional methods. *American journal of obstetrics and gynecology* 1985; 153(8): 887 – 888
- 40 *KAUFMANN P, HOCHULI E*. X-ray pelvimetry. *Gynaecologia. International monthly review of obstetrics and gynecology. Revue internationale mensuelle d'obstetrique et de gynecologie. Monatsschrift fur Geburtshilfe und Gynakologie* 1959; 147(4): 217 – 252
- 41 *Rozenberg P*. Is there a role for X-ray pelvimetry in the twenty-first century? *Gynecologie, obstetrique & fertilite* 2007; 35(1): 6 – 12
- 42 *Joyce DN, Giwa-Osagie F, Stevenson GW*. Role of pelvimetry in active management of labour. *British medical journal* 1975; 4(5995): 505 – 507
- 43 *O'Leary JA*. Vaginal delivery of the term breech. A preliminary report. *Obstetrics and gynecology* 1979; 53(3): 341 – 343
- 44 *Committee Opinion*. No. 723: Guidelines for Diagnostic Imaging During Pregnancy and Lactation. *Obstetrics and gynecology* 2017; 130(4): e210-e216
- 45 *Stark DD, McCarthy SM, Filly RA, Parer JT, Hricak H, Callen PW*. Pelvimetry by magnetic resonance imaging. *AJR. American journal of roentgenology* 1985; 144(5): 947 – 950
- 46 *van Loon AJ, Mantingh A, Serlier EK, Kroon G, Mooyaart EL, Huisjes HJ*. Randomised controlled trial of magnetic-resonance pelvimetry in breech presentation at term. *Lancet (London, England)* 1997; 350(9094): 1799 – 1804

-
- 47 *Pfammatter T, Marincek B, Schulthess GK von, Dudenhausen JW*. MR pelvimetric reference values. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin* 1990; 153(6): 706 – 710
- 48 *Sporri S, Thoeny HC, Raio L, Lachat R, Vock P, Schneider H*. MR imaging pelvimetry: a useful adjunct in the treatment of women at risk for dystocia? *AJR. American journal of roentgenology* 2002; 179(1): 137 – 144
- 49 *Carbonne B., Geoffinet F*. The debate on breech presentation: delivery of breech presentations; the position of the National College of French Gynecologists [in French]. *J Gynecol Obstet Biol* 2001;(30): 191 – 192
- 50 *Campbell S, Thoms A*. Ultrasound measurement of the fetal head to abdomen circumference ratio in the assessment of growth retardation. *British journal of obstetrics and gynaecology* 1977; 84(3): 165 – 174
- 51 *Kurmanavicius J, Wright EM, Royston P, Zimmermann R, Huch R, Huch A, Wisser J*. Fetal ultrasound biometry: 2. Abdomen and femur length reference values. *British journal of obstetrics and gynaecology* 1999; 106(2): 136 – 143
- 52 *Kurmanavicius J, Wright EM, Royston P, Wisser J, Huch R, Huch A, Zimmermann R*. Fetal ultrasound biometry: 1. Head reference values. *British journal of obstetrics and gynaecology* 1999; 106(2): 126 – 135
- 53 *Schmidt U, Temerinac D, Bildstein K, Tuschy B, Mayer J, Sutterlin M, Siemer J, Kehl S*. Finding the most accurate method to measure head circumference for fetal weight estimation. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology* 2014; 178: 153 – 156
- 54 *Prof. Holger Stephan*. Dokumentationsprogramm für Sonografien Viewpoint 2012;

-
- 55 *Campbell S, Wilkin D*. Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight. *British journal of obstetrics and gynaecology* 1975; 82(9): 689 – 697
- 56 *Merz E, Lieser H, Schicketanz KH, Harle J*. Intrauterine fetal weight assessment using ultrasound. A comparison of several weight assessment methods and development of a new formula for the determination of fetal weight. *Ultraschall in der Medizin* (Stuttgart, Germany : 1980) 1988; 9(1): 15 – 24
- 57 *Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J*. In utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. *Radiology* 1991; 181(1): 129 – 133
- 58 *Hadlock FP, Deter RL, Harrist RB, Roecker E, Park SK*. A date-independent predictor of intrauterine growth retardation: femur length/abdominal circumference ratio. *AJR. American journal of roentgenology* 1983; 141(5): 979 – 984
- 59 *Allen D. Elster*. Questions and answers in MRI, 2018
- 60 *Berkowitz RL*. Is pelvimetry worthwhile? clinical and diagnostic procedures in obstetrics and gynecology, obstetrics, NY 1983;(part A): 191 – 211
- 61 *Gimovsky ML, O'Grady JP, Morris B*. Assessment of computed tomographic pelvimetry within a selective breech presentation management protocol. *The Journal of reproductive medicine* 1994; 39(7): 489 – 491
- 62 *Michel SCA, Rake A, Treiber K, Seifert B, Chaoui R, Huch R, Marincek B, Kubik-Huch RA*. MR obstetric pelvimetry: effect of birthing position on pelvic bony dimensions. *AJR. American journal of roentgenology* 2002; 179(4): 1063 – 1067
- 63 *Asendorpf J, Wallbott HG*. "Maße der Beobachterübereinstimmung: ein systematischer Vergleich". Intr-Klassen-Korrelation. *Zeitschrift für Sozialpsychologie* 1979; 1979(10.3): 243 – 252

- 64 Keller TM, Rake A, Michel SCA, Seifert B, Efe G, Treiber K, Huch R, Marincek B, Kubik-Huch RA. Obstetric MR pelvimetry: reference values and evaluation of inter- and intraobserver error and intraindividual variability. *Radiology* 2003; 227(1): 37 – 43
- 65 Wentz KU, Lehmann KJ, Wischnik A, Lange S, Suchalla R, Gronemeyer DH, Seibel RM. Pelvimetry using various magnetic resonance tomography techniques vs. digital image enhancement radiography: accuracy, time requirement and energy exposure. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 1994; 54(4): 204 – 212
- 66 Klemm A-S, Schulze S, Bruggmann D, Louwen F. MRI-based pelvimetric measurements as predictors for a successful vaginal breech delivery in the Frankfurt Breech at term cohort (FRABAT). *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology* 2019; 232: 10 – 17
- 67 Hoffmann J, Thomassen K, Stumpp P, Grothoff M, Engel C, Kahn T, Stepan H. New MRI Criteria for Successful Vaginal Breech Delivery in Primiparae. *PloS one* 2016; 11(8): e0161028
- 68 Franz M, Bismarck A von, Delius M, Ertl-Wagner B, Deppe C, Mahner S, Hasbargen U, Hubener C. MR pelvimetry: prognosis for successful vaginal delivery in patients with suspected fetopelvic disproportion or breech presentation at term. *Archives of gynecology and obstetrics* 2017; 295(2): 351 – 359
- 69 Reitter A, Daviss B-A, Bisits A, Schollenberger A, Vogl T, Herrmann E, Louwen F, Zangos S. Does pregnancy and/or shifting positions create more room in a woman's pelvis? *American journal of obstetrics and gynecology* 2014; 211(6): 662.e1-9
- 70 Hackelöer B.J, Feige A., Vetter K. Geburt bei Beckenendlage. Leitlinien Geburtshilfe und Gynäkologie. abgelaufen 2013, 2010

-
- 71 *Giri A, Srivastav V. R., Suwal A.* Advanced maternal age and obstetric outcome. Nepal Med Coll J 2012;(15 (2)): 87 – 90
- 72 *Ziadeh SM.* Maternal and perinatal outcome in nulliparous women aged 35 and older. Gynecologic and obstetric investigation 2002; 54(1): 6 – 10
- 73 *Jennewein L, Kielland-Kaisen U, Paul B, Mollmann CJ, Klemm A-S, Schulze S, Bock N, Schaarschmidt W, Bruggmann D, Louwen F.* Maternal and neonatal outcome after vaginal breech delivery at term of children weighing more or less than 3.8 kg: A FRABAT prospective cohort study. PloS one 2018; 13(8): e0202760
- 74 *Gilby JR, Williams MC, Spellacy WN.* Fetal abdominal circumference measurements of 35 and 38 cm as predictors of macrosomia. A risk factor for shoulder dystocia. The Journal of reproductive medicine 2000; 45(11): 936 – 938
- 75 *Jazayeri A, Heffron JA, Phillips R, Spellacy WN.* Macrosomia prediction using ultrasound fetal abdominal circumference of 35 centimeters or more. Obstetrics and gynecology 1999; 93(4): 523 – 526
- 76 *Sokol RJ, Chik L, Dombrowski MP, Zador IE.* Correctly identifying the macrosomic fetus: improving ultrasonography-based prediction. American journal of obstetrics and gynecology 2000; 182(6): 1489 – 1495
- 77 *Wesley Lee MD, Laren M., Haleh Sangi-Haghpeykar, Rhjshi Gandhi.* Fetal Weight Estimation Using Automated Fractional Limb Volume With 2-Dimensional Size Parameters. Journal of Ultrasound in Medicine 2020; 2020
- 78 *Hemmerich W.* Ex-Post-Facto Design, 2016. <https://statistikguru.de/lexikon/ex-post-facto-design.html>

8 Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar eine Vergütung oder geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Die aktuellen gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf die Zulassung der klinischen Studien, die Bestimmungen des Tierschutzgesetzes, die Bestimmungen des Gentechnikgesetzes und die allgemeinen Datenschutzbestimmungen wurden eingehalten. Ich versichere, dass ich die Regelungen der Satzung der Universität Leipzig zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis kenne und eingehalten habe.

.....

Datum

Unterschrift

9 Eigene wissenschaftliche Beiträge

Teile der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit wurden veröffentlicht:

Hoffmann J, Thomassen K, Stumpp P, Grothoff M, Engel C, Kahn T, Stepan H
(2016)

New MRI Criteria for Successful Vaginal Breech Delivery in Primiparae.

PLoS One 11(8):e0161028